



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Ciencias Biológicas

Unidad de Posgrado

Sucesión de artropofauna en cadáveres de cerdos (*Sus scrofa* L., 1758), en Pantanos de Villa, Chorrillos, Lima, Perú

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Zoología con
mención en Ecología y Conservación

AUTOR

Victoria Ysabel MURRUGARRA BRINGAS

ASESOR

Gerardo Amadeo Guillermo LAMAS MÜLLER

Lima, Perú

2016



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Murrugarra, V. (2016). *Sucesión de artropofauna en cadáveres de cerdos (*Sus scrofa* L., 1758), en Pantanos de Villa, Chorrillos, Lima, Perú*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



VICEDECANATO DE INVESTIGACION Y POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO

Exped. N° 126-UPG-FCB-2015

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR AL GRADO ACADEMICO DE
MAGÍSTER EN ZOOLOGÍA

Siendo las 15:10 horas del día 15.12.2015 en el Salón de Grados de la Facultad de Ciencias Biológicas, el Jurado Examinador presidido por:

Dra. Ana Asunción Huamantínco Araujo	e integrado por
Dra. Diana Fernanda Silva Dávila	(Miembro)
Dr. Juan Atilio Jiménez Chunga	(Miembro)
Mg. Dan Erick Vivas Ruíz	(Miembro)
Dr. Gerardo Amadeo G. Lamas Müller	(Asesor)

Se reunió para la sustentación oral y pública de la Tesis para optar al Grado Académico de Magister en Zoología con mención en Ecología y Conservación, que solicitara la Bachiller Doña **VICTORIA YSABEL MURRUGARRA BRINGAS.**

Después de darse lectura al Expediente N° 126-UPG-FCB-15, en el que consta haberse cumplido con todas las disposiciones reglamentarias, los señores miembros del Jurado, recepcionaron la exposición de la Tesis Titulada:

"Sucesión de artropofauna en cadáveres de cerdos (*Sus scrofa* L., 1758), en Pantanos de Villa, Chorrillos, Lima, Perú",
y formuladas las preguntas, éstas fueron absueltas por la graduando.

**A la memoria de mis Padres
por los ejemplos de trabajo y honestidad
que siempre supieron inculcarnos.**

AGRADECIMIENTO

Se agradece a los asesores Dr. Gerardo Lamas Müller y Dr. José Iannacone Oliver por compartir sus conocimientos para el desarrollo de esta investigación.

Al personal de SERPAR (Servicio de Parques de la Municipalidad de Lima) especialmente a los colaboradores de los Pantanos de Villa, por el apoyo durante el desarrollo del trabajo de campo.

Marco Villacorta Angulo, biólogo del Instituto de Medicina Legal, por brindar y compartir su experiencia y conocimientos en entomología forense, además por la ayuda en la confirmación de algunas especies de dípteros y coleópteros.

A los doctores Néstor Centeno y Martha Cecilia Domínguez en la confirmación de algunas especies de dípteros, así mismo al Lic. Pedro Lozada por la confirmación del Orden Hemiptera (Familia Cicadellidae).

A la Dra. Diana Silva en la confirmación de las familias y especies del orden Araneae.

Al Dr. Alexander Rodríguez y al biólogo Herman Tineo por el apoyo y asesoramiento brindados en el área estadística.

Un agradecimiento especial a mi familia: A mis Padres, que aunque ya no estén entre nosotros siempre vivirán en mis pensamientos y en mi corazón, a mis hermanos, sobrinos, demás familiares y amigos por su apoyo incondicional.

ÍNDICE

	pp.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	
2.1. Entomología forense	4
2.2. Reseña histórica	4
2.3. Fauna cadavérica y su relación con el intervalo post-mortem	5
2.4. Cambios post-mortem y fases de descomposición	5
2.4.1. Cambios post-mortem	5
2.4.2. Fases de descomposición	6
2.5. Factores ambientales que influyen en la descomposición cadavérica	6
2.6. Categorías de la artropofauna de importancia forense	7
2.7. Insectos de importancia forense	8
2.7.1. Orden Diptera	8
2.7.2. Orden Coleoptera	9
2.8. Cerdo doméstico (<i>Sus scrofa</i> L., 1758)	9
2.9. Antecedentes en Sudamérica y en el Perú.....	9
2.10. Pantanos de Villa.....	10
III. HIPOTESIS Y OBJETIVOS.....	12
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	
4.1. Localización de los Pantanos de Villa	13
4.2. Ubicación del material de estudio	13
4.3. Tiempo de estudio	17
4.4. Evaluaciones	17
4.5. Recolección de insectos adultos	18
4.6. Recolección de insectos inmaduros	19
4.7. Crianza de larvas de dípteros	20
4.8. Crianza de larvas de coleópteros	21

4.9.	Identificación de Insectos.....	21
4.10.	Análisis estadístico	22

V. RESULTADOS

5.1.	Características y duración de los estados de descomposición en ambas épocas de evaluación	
5.1.1.	Época I.....	24
5.1.2.	Época II.....	25
5.2.	Influencia de la temperatura ambiental sobre la temperatura corporal en ambas épocas de evaluación	
5.2.1.	Época I	29
5.2.2.	Época II	31
5.3.	Llegada de los artrópodos adultos a los cadáveres en relación a los estados de descomposición en ambas épocas de evaluación	
5.3.1.	Época I	34
5.3.2.	Época II	39
5.4.	Abundancia de la fauna cadavérica encontrada en las carcadas de los cerdos en ambas épocas de evaluación	
5.4.1.	Época I	43
5.4.2.	Época II	46
5.5.	Índices faunísticos	
5.5.1.	Índices de dominancia y diversidad	48
5.5.2.	Curva de acumulación	50
5.5.3.	Índice de similaridad	52
5.5.4.	Análisis de componentes principales.....	53
5.6.	Sucesión larval, recolección, crianza e identificación en ambas épocas de evaluación.....	55
5.7.	Larvas recolectadas en los cadáveres de los cerdos y criadas en el laboratorio	55

5.8.	Hallazgos durante el desarrollo de la investigación, especies no reportadas en otras investigaciones realizadas en el Perú	58
VI.	DISCUSIÓN	
6.1.	Influencia de las condiciones ambientales en los estados de descomposición y la fauna cadavérica.....	58
6.2.	Sucesión y rol de la fauna cadavérica en las carcasas de los cerdos.....	60
6.3.	Abundancia relativa de la fauna cadavérica encontrada en las carcasas de los cerdos en ambas épocas de evaluación	68
6.4.	Índices faunísticos	
6.4.1.	Índices de dominancia y diversidad.....	68
6.4.2.	Curva de acumulación.....	69
6.4.3.	Índices de similaridad.....	69
6.4.4.	Análisis de componentes principales.....	70
VII.	CONCLUSIONES	71
VIII.	RECOMENDACIONES	72
IX.	LITERATURA CITADA	73
X.	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Prueba de t de student entre la temperatura ambiental y la temperatura corporal de los cerdos T1 y T2. Época I.

Tabla 2. Prueba de t de student entre la temperatura ambiental y la temperatura corporal de los cerdos T3 y T4. Época II.

Tabla 3. Correlaciones de la temperatura ambiental °C y la temperatura corporal °C en ambas épocas de evaluación en los Cerdos T1, T2, T3 y T4.

Tabla 4. Índices de Simpson y Shannon –Wiener según las épocas de evaluación.

Tabla 5. Índices de Simpson y Shannon –Wiener, en relación a las especies de artrópodos en los estados de descomposición. Época I y II.

Tabla 6. Riqueza estimada (Estimadores No paramétricos) en la época I y II.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de los cerdos en ambas épocas.

Figura 2. Instalación del cerdo T1. Época I (verano – otoño – invierno).

Figura 3. Instalación del cerdo T2. Época I (verano – otoño – invierno).

Figura 4. Instalación del cerdo T3. Época II (primavera – verano – otoño).

Figura 5. Instalación del cerdo T4. Época II (primavera – verano – otoño).

Figura 6. Toma de datos de la temperatura corporal de la cabeza, abdomen y ano.

Figura 7. Captura con red entomológica de adultos de dípteros.

Figura 8. Obtención de la cantidad larval por fecha de evaluación.

Figura 9. Traslado de las larvas de dípteros del campo al laboratorio.

Figura 10. Crianza de larvas de dípteros y obtención de adultos.

Figura 11. Recuperación de coleópteros de la familia Dermestidae en laboratorio.

Figura 12a. Número de días que empleo cada estado de descomposición en la época I (verano – otoño – invierno). Cerdo T1.

Figura 12b. Número de días que empleo cada estado de descomposición en la época I (verano – otoño – invierno). Cerdo T2.

Figura 13. Estados de descomposición de los cerdos T1 y T2. (A) estado fresco (Instalación), (B) estado hinchado, (C) estado activo, (D) estado activo avanzado y (E) estado esquelético. Época I (verano – otoño – invierno).

Figura 14a. Número de días que empleo cada estado de descomposición en la época II (primavera – verano – otoño). Cerdo T3.

Figura 14b. Número de días que empleo cada estado de descomposición en la época II (primavera – verano – otoño). Cerdo T4.

Figura 15. Estados de descomposición de los cerdos T3 y T4. (A) estado fresco, (B) estado hinchado, (C) estado activo, (D) estado activo avanzado y (E) estado esquelético. Época II (primavera – verano – otoño).

Figura 16a. Fluctuaciones de las temperaturas corporales vs. temperatura ambiental en la época I (verano – otoño – invierno). Cerdo T1.

Figura 16b. Fluctuaciones de las temperaturas corporales vs. temperatura ambiental en la época I (verano – otoño – invierno). Cerdo T2.

Figura 17a. Fluctuaciones de las temperaturas corporales vs. temperatura ambiental en la época II (primavera – verano – otoño). Cerdo T3.

Figura 17b. Fluctuaciones de las temperaturas corporales vs. temperatura ambiental en la época II (primavera – verano – otoño). Cerdo T4.

Figura 18. Diagrama de dispersión de la temperatura ambiental vs. temperatura corporal durante ambas épocas de evaluación.

Figura 19a. Fluctuación poblacional adulta de las diferentes especies de dípteros presentes durante la época I (verano – otoño – invierno). Cerdo T1.

Figura 19b. Fluctuación poblacional adulta de las diferentes especies de dípteros presentes durante la época I (verano – otoño – invierno). Cerdo T2.

Figura 20a. Fluctuación poblacional adulta de las diferentes especies de coleópteros presentes durante la época I (verano – otoño – invierno). Cerdo T1.

Figura 20b. Fluctuación poblacional adulta de las diferentes especies de coleópteros presentes durante la época I (verano – otoño – invierno). Cerdo T2.

Figura 21. Fluctuación poblacional de otros artrópodos presentes durante la época I (verano – otoño – invierno). Cerdo T1 y T2.

Figura 22a. Fluctuación poblacional adulta de las diferentes especies de dípteros presentes durante la época II (primavera – verano – otoño). Cerdo T3.

Figura 22b. Fluctuación poblacional adulta de las diferentes especies de dípteros presentes durante la época II (primavera – verano – otoño). Cerdo T4.

Figura 23a. Fluctuación poblacional adulta de las diferentes especies de coleópteros presentes durante la época II (primavera – verano – otoño). Cerdo T3.

Figura 23b. Fluctuación poblacional adulta de las diferentes especies de coleópteros presentes durante la época II (primavera – verano – otoño). Cerdo T4.

Figura 24. Fluctuación poblacional de otros artrópodos presentes durante la época II (primavera – verano – otoño). Cerdos T3 y T4.

Figura 25. Abundancia relativa del orden Diptera y familias presentes en ambos cerdos de la época I (verano – otoño – invierno).

Figura 26. Abundancia relativa del orden Coleoptera y familias presentes en ambos cerdos de la época I (verano – otoño – invierno).

Figura 27. Abundancia relativa de otros órdenes y familias presentes en ambos cerdos de la época I (verano – otoño – invierno).

Figura 28. Abundancia relativa del orden Araneae y familias presentes en ambos cerdos de la época II (primavera – verano – otoño).

Figura 29. Abundancia relativa del orden Diptera y familias presentes en ambos cerdos de la época II (primavera – verano – otoño).

Figura 30. Abundancia relativa del orden Coleoptera y familias presentes en ambos cerdos de la época II (primavera – verano – otoño).

Figura 31. Abundancia relativa de otros órdenes y familias presentes en ambos cerdos de la época II (primavera – verano – otoño).

Figura 32. Abundancia relativa del orden Araneae y familias presentes en ambos cerdos de la época II (primavera – verano – otoño).

Figura 33a. Curva de acumulación de especies de la época I (verano – otoño – invierno).

Figura 33b. Curva de acumulación de especies de la época II (primavera – verano – otoño).

Figura 34. Dendrograma según Bray-Curtis entre los estados de descomposición y las diferentes especies de insectos en la época I (verano – otoño – invierno).

Figura 35. Dendrograma según Bray-Curtis entre los estados de descomposición y las diferentes especies de insectos en la época II (primavera – verano – otoño).

Figura 36. Análisis de componentes principales. Grafico de sedimentación (Scree plot).

Figura 37. Análisis de componentes principales. Variables correlacionadas en ambas épocas de evaluación.

Figura 38. Orden Diptera, Familia Calliphoridae. a) *Chrysomya albiceps*. (b) *Cochliomyia macellaria*. c) *Lucilia sericata*. d) *Sarconesia chlorogaster*.

Figura 39. Orden Diptera, Familia Muscidae. a, b) Vista lateral y dorsal de *Synthesiomyia nudiseta*. c) Vista lateral de *Musca domestica*. d) Vista dorsal de *Ophyra* sp.

Figura 40. Orden Diptera, Familia Fanniidae. a) *Fannia canicularis*. b) *Euryomma peregrinum*.

Figura 41. Orden Diptera, Familia Piophilidae.

Figura 42. Orden Diptera, Familia Sarcophagidae.

Figura 43. Orden Coleoptera, Familia Dermestidae. a) Estados larvales de la familia Dermestidae. b,c) Vista lateral y ventral de *Dermestes frischii*. d,e) Vista dorsal y ventral de *Dermestes maculatus*.

Figura 44. Orden Coleoptera, Familia Histeridae. a,b) Vista lateral y dorsal de *Euspilotus* sp. c) *Hister* sp. d) *Xerosaprinus* sp.

Figura 45. Orden Coleoptera, Familia Cleridae. a) *Necrobia rufipes*. b) *Necrobia ruficollis*

Figura 46. Orden Hymenoptera, Familia Formicidae.

Figura 47. Orden Neuroptera Familia Myrmeleontidae (Estado larval).

Figura 48. Orden Mantodea, Familia Thespidae.

Figura 49. Orden Araneae, Familia Salticidae.

Figura 50. Clase Sauropsida, Orden Squamata: Familia Tropiduridae.

ANEXOS

Anexo A. Registro del estado de descomposición, humedad relativa, temperatura corporal y temperatura ambiental. Época I (verano – otoño – invierno). Cerdos T1 y T2.

Anexo B. Registro del estado de descomposición, humedad relativa, temperatura corporal y temperatura ambiental. Época II (primavera – verano – otoño). Cerdos T3 y T4.

Anexo C. Tabla comparativa de los estados de descomposición durante las dos épocas de evaluación, en los cerdos T1, T2, T3 y T4.

Anexo D. Artropofauna encontrada en el cerdo T1 en los diferentes estados de descomposición. Época I (verano – otoño – invierno).

Anexo E. Artropofauna encontrada en el cerdo T2 en los diferentes estados de descomposición. Época I (verano – otoño – invierno).

Anexo F. Artropofauna encontrada en el cerdo T3 en los diferentes estados de descomposición. Época II (primavera – verano – otoño).

Anexo G. Artropofauna encontrada en el cerdo T4 en los diferentes estados de descomposición. Época II (primavera – verano – otoño).

Anexo H. Matriz de componentes rotados de las principales especies (adultos y larvas) y factores ambientales durante las épocas de evaluación.

RESUMEN

La entomología forense es una herramienta utilizada a nivel mundial para obtener la data de muerte; muchas veces la descomposición del cuerpo no admite otra técnica más que utilizar a los estadios de los insectos como indicadores del tiempo. En el Perú la utilización de esta herramienta es muy incipiente debido a que no hay bases de datos de las especies necrófagas. Esta investigación tiene como finalidad contribuir al conocimiento de la fauna cadavérica en el Perú, y sus objetivos fueron determinar la sucesión de la artropofauna en cadáveres de cerdos y relacionarlos con las condiciones ambientales en los Pantanos de Villa, Chorrillos, Lima, Perú. Se trabajó en dos épocas: época I (verano – otoño – invierno), y época II (primavera – verano – otoño), se utilizaron dos cerdos en cada época los que se dejaron descomponer a plena luz del sol. Se tomaron datos de la fauna presente y colonizadora (adultos, larvas y huevos), además, datos de temperatura corporal, temperatura ambiental y humedad relativa. Se presentaron cinco etapas de descomposición: fresca, hinchada, activa, activa avanzada y esquelética, en la época I la etapa fresca fue muy rápida y por lo tanto no pudo ser evaluada. En la época I se registró un total de 1 660 especímenes adultos; la mayor riqueza específica se registró en los estados activo avanzado y el esquelético. En la época II se recolectó un total de 1 539 especímenes adultos; la mayor riqueza específica se registró en el estado activo. En ambas épocas se presentaron dos clases de artrópodos: Hexapoda y Arachnida. El orden Diptera fue el de mayor predominancia, registrando a varias especies de las familias Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae, así como también especímenes de las familias Fannidae y Piophilidae; los coleópteros fue el segundo orden predominante, evaluándose miembros de las familias Dermestidae, Cleridae e Histeridae. Además se registró la presencia de depredadores de los órdenes Hymenoptera, Neuroptera y Mantodea; se registró también a la lagartija *Microlophus peruvianus* (Lesson, 1826) como el único depredador vertebrado. Esta fauna fue hallada en ambos cerdos durante las dos épocas de evaluación.

Palabras claves: Entomología forense, artropofauna, etapas de descomposición

ABSTRACT

Forensic Entomology is the world's most widely used tool to collect data from cadaveric bodies; furthermore, decomposing remains are analyzed by the insects' phases as time indicators, being this procedure the only accurate technique. In Peru, the use of this technique is incipient, inasmuch as there is no preceding data about necrophagous insect species. The main aim of this research was to enhance the knowledge of the cadaverous fauna in Peru, particularly by the characterization of the arthropofauna associated with pig carrion and its relationship with environmental conditions in Pantanos de Villa, Chorrillos, Lima, Peru. It worked in two periods: period I (summer – autumn – winter) and period II (spring – summer – autumn), two pigs each time they were left to decompose in full sunlight were used. The data were collected from colonizer fauna (adults, larvae, and eggs), pig body temperature, environmental temperature and relative humidity. On each time period five stages of decomposition were displayed: fresh, bloat, active and advanced decay, and dry/remains, in period I the fresh stage was very fast and therefore could not be assessed. In period I, 1,660 adult specimens were recorded; the highest species richness was recorded in the states of advanced decay, and dry/remains. Meanwhile, in period II, of the 1,539 adults the highest species richness was found in the active stage. Both periods included specimens of the Hexapoda and Arachnida classes. It is important to note that the Diptera Order was the most abundant, including different species from the families Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Fannidae, and Piophilidae. The Coleoptera was the second dominant order, and members of the families Dermestidae, Cleridae, and Histeridae were recorded. Additionally, predators of Hymenoptera, Neuroptera, and Mantodea were registered. An important issue was the detection of the lizard *Microlophus peruvianus* (Lesson, 1826) as the unique vertebrate predator that made life of pig carrion. The fauna reported above was found in pig carrion during the two time periods.

Key words: Forensic entomology, arthropofauna, decomposition stages

I. INTRODUCCIÓN

La entomología forense se encarga de estudiar los insectos asociados a la descomposición de los cadáveres. Esta rama de la Biología se une a las ciencias médicas y es utilizada como herramienta en el esclarecimiento de casos de carácter legal. La muerte de un ser vivo produce una serie de cambios y transformaciones fisicoquímicas que convierte al cuerpo sin vida en un ecosistema dinámico y único, en torno al cual se produce la llegada de numerosos organismos a lo largo del tiempo, como necrófagos, necrófilos, saprófagos y oportunistas que se van sucediendo dependiendo del estado de descomposición del cadáver (Smith, 1986; Magaña, 2001). Para determinar el tiempo transcurrido desde una muerte usando la evidencia de los insectos, se miden parámetros como la edad de las larvas, la tasa de desarrollo y la sucesión de insectos en la descomposición del cuerpo (Pancorbo *et al.*, 2006).

Según Catts & Goff (1992), los insectos son los primeros organismos en llegar a un cuerpo en descomposición. Para Carvalho *et al.* (2000), esto ocurre en determinada secuencia, produciéndose una adición o sustitución de especies. Siguiendo este patrón predecible, el cual varía con el lugar y la época del año, y teniendo en cuenta el tiempo de desarrollo y los estadios larvales de los insectos, se puede determinar con bastante precisión el intervalo post-mortem (IPM) (Turchetto *et al.*, 2001) y la posible causa de muerte. Según Introna *et al.* (2001) es posible identificar drogas y toxinas en los tejidos de las víctimas utilizando a las larvas y pupas de la fauna encontrada alrededor del cadáver, así como también el traslado de cadáveres, y asociación con sospechosos del crimen (Catts & Goff, 1992; Benecke, 1998; Wolff, 1999).

La sucesión faunística que ocurre durante la descomposición está relacionada con los cambios naturales que ocurren en el cuerpo muerto y esto es influenciado por las condiciones meteorológicas. Los estudios realizados indican que las estaciones y factores ambientales influyen en la composición específica y abundancia de la entomofauna carroñera (Payne, 1965; Centeno *et al.*, 2002). Entre los insectos necrófagos más relevantes encontramos las larvas de dípteros de la familia Calliphoridae. Ellos juegan un rol ecológico muy importante en el

proceso de descomposición, consumiendo gran parte del cadáver (Payne, 1965). Otras familias de dípteros involucradas son Muscidae, Fannidae, Phoridae, Piophilidae y Sarcophagidae. Asimismo, ciertas especies de coleópteros se hacen presentes en el cuerpo para alimentarse de él, o bien para forrajear en los huevos y larvas de otros organismos (Centeno *et al.*, 2002).

El cerdo *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758), es considerado el animal más apropiado para las experimentaciones de las ciencias forenses, por presentar los procesos de descomposición muy parecidos al ser humano, aunque es cuestionado el extrapolar los estudios hechos en animales a cadáveres humanos; según Catts & Goff (1992) hay pocas diferencias en la sucesión de artrópodos en comparación con los humanos.

Los Pantanos de Villa, es una de las zonas reservadas de la ciudad de Lima que posee todavía una gran belleza escénica y paisajística, a pesar de haber sufrido cierto impacto por parte de las poblaciones humanas aledañas a ellos; está clasificada como desierto subtropical árido. Alberga una gran diversidad de especies con especial énfasis en las aves residentes y migratorias, lo que ha sugerido el aprovechamiento directo de sus recursos, en un marco de uso racional. El año 2006 se aprobó mediante Decreto Supremo la categorización definitiva de la Zona Reservada de los Pantanos de Villa como Refugio de Vida Silvestre, que además es catalogado como Sitio Ramsar por la Convención Relativa a los Humedales de importancia Internacional (SERNANP, 2013). Fue considerado en la investigación por ser un ecosistema desértico y uno de los lugares de Lima con hallazgos de cadáveres dejados por los criminales.

Debido a que el Perú es un país con variaciones microclimáticas, diferentes pisos ecológicos y factores ambientales que difieren a nivel nacional, la fauna cadavérica es diversa y presenta diferentes comportamientos debido a que ésta es sumamente sensible a las condiciones ambientales, al tipo de muerte, a la ubicación del cadáver, etc. La información con la que cuenta la medicina legal en el Perú es escasa y limitada, por lo tanto es necesario desarrollar investigaciones en esta área, incorporando diferentes variables que permitan obtener una mayor información, ejecutando las investigaciones en diferentes ambientes, bajo

diferentes condiciones climáticas, determinando la presencia y ciclo biológico de la fauna necrófaga de la zona, uniendo a esto diferentes tipos de muerte y la ubicación del cadáver ya sea enterrado, expuesto al sol o en sombra, en cuerpos de agua salada o dulce, etc. Existen muchos factores que influyen en la fauna y la hacen variable; para que la entomología forense sea utilizada como herramienta en la data de muerte es necesario contar con una base de datos que oriente al perito en su labor.

El presente trabajo tiene como objetivo principal contribuir al conocimiento de la fauna cadavérica de los Pantanos de Villa, Chorrillos, Lima, Perú, y sus objetivos específicos son: 1. Evaluar y comparar la duración de las fases de descomposición cadavérica de los cerdos en ambas épocas de evaluación. 2. Determinar la relación de la temperatura ambiental y la temperatura corporal en los cadáveres de cerdos en ambas épocas de evaluación. 3. Evaluar la llegada de los primeros artrópodos adultos a los cadáveres de cerdos en relación a las estaciones del año comprendidas en ambas épocas de evaluación. 4. Evaluar cuantitativa y cualitativamente los géneros y/o especies de insectos que participan en la descomposición cadavérica de los cerdos en las estaciones del año comprendidas en ambas épocas de evaluación. 5. Estimar el recambio de especies por efecto de la estacionalidad en ambas épocas de evaluación.

II. ANTECEDENTES

2.1. ENTOMOLOGÍA FORENSE

La entomología forense se define como el estudio de los insectos y otros artrópodos relacionados a los cadáveres, como herramientas forenses para datar decesos y en muchos casos, estimar las causas y el lugar del evento. Esta ciencia combina conocimientos entomológicos con los de medicina legal para intentar esclarecer incógnitas que presentan cadáveres encontrados en circunstancias particulares, y para determinar el tiempo transcurrido entre la muerte y el hallazgo de un cadáver, es decir el intervalo post-mortem (IPM). Desafortunadamente, esta disciplina es poco utilizada debido a la carencia de bases de datos que permitan establecer comparaciones con los casos investigados (Maldonado, 1996). Cuando el tiempo transcurrido entre la muerte y el hallazgo de los restos es de semanas, meses o aún mayor, los insectos son una de las evidencias mas fuertes; así, la entomología forense puede ser el único medio para estimar el IPM (Anderson, 2001).

2.2. RESEÑA HISTÓRICA

El primer documento escrito de un caso resuelto por la entomología forense se remonta al siglo XIII en un manual de Medicina Legal chino referente a un caso de homicidio en el que apareció un labrador degollado por una hoz. Para resolver el caso hicieron que todos los labradores de la zona que podían encontrarse relacionados con el muerto, depositasen sus hoces en el suelo, al aire libre, observando que tan solo a una de ellas acudían las moscas y se posaban sobre su hoja, lo que llevó a la conclusión de que el dueño de dicha hoz debía ser el asesino, pues las moscas eran atraídas por los restos de sangre que habían quedado adheridos al arma del crimen (Magaña & Hernández, 2000).

Uno de los primeros casos donde la evidencia entomológica fue admitida en una corte se presentó en el año 1850, cuando se hizo la primera determinación del momento de la muerte de un individuo basándose en el desarrollo de larvas y pupas (Goff, 1993; Mendes, 1996). Desde entonces el análisis de la entomofauna

como evidencia criminal ha adquirido cada vez mayor reconocimiento (Flores, 2009).

2.3. FAUNA CADAVÉRICA Y SU RELACIÓN CON EL INTERVALO POST-MORTEM (IPM)

El intervalo post-mortem (IPM) equivale al tiempo transcurrido entre la muerte y el descubrimiento del cadáver, o también al periodo de tiempo que ha estado un cuerpo expuesto al ambiente (Pancorbo *et al.*, 2006). El IPM es estimado según: a) las especies de artrópodos presentes, y b) su etapa de desarrollo (Oliva, 1997). Un cuerpo en descomposición es un sustrato en rápido cambio en el que se van sucediendo diversas especies de insectos. La fauna encontrada en los cuerpos en descomposición es selectivamente atraída hacia ellos en momentos determinados, ya que muchos de estos insectos prefieren una etapa definida de la descomposición. Parece posible que la actividad de una especie acondicione el sustrato para las que le siguen, de manera que se originan complejas y dinámicas comunidades de especies necrófagas y de depredadores (necrófilos), parasitoides, oportunistas y accidentales (Pancorbo *et al.*, 2006). La estimación del IPM basada en la sucesión de las especies de la entomofauna cadavérica requiere el conocimiento de las especies y la estimación de los tiempos de desarrollo según las características biogeográficas del lugar donde se halla el cadáver. Según Oliva (2001), las diferentes localidades geográficas determinan tanto la composición de la fauna cadavérica como el comportamiento de las especies con dispersión geográfica amplia.

2.4. CAMBIOS POST-MORTEM Y FASES DE DESCOMPOSICIÓN

2.4.1. Cambios post-mortem

Son los cambios que ocurren en el cuerpo sin vida a partir del momento en los que se extinguen los procesos bioquímicos vitales para después ser sometidos a la acción de la influencia ambiental. Los cambios se dividen en *algor mortis* o enfriamiento, rigidez o *rigor mortis*, *livor mortis* o livideces, y espasmos cadavéricos (Ibargoyen, 2002).

2.4.2. Fases de descomposición

La descomposición de un cuerpo se caracteriza por la destrucción de tejidos mediante procesos de autólisis y descomposición microbiana. Después de estos procesos suceden periodos con duración variable de degradación de materia orgánica. En el periodo de descomposición inicial, el cadáver luce fresco. Durante el periodo enfisematoso o de putrefacción, el cadáver se hincha por gases producidos durante la fermentación de sustancias orgánicas de los tejidos corporales. Durante el periodo de descomposición activa, los tejidos toman una consistencia cremosa. Con el periodo de putrefacción avanzada, el cadáver se seca externamente, y finalmente, en el periodo de reducción esquelética, lo que resta del cadáver queda seco (Mendes, 1996; Moura *et al.*, 1997; Magaña, 2001).

2.5. FACTORES AMBIENTALES QUE INFLUYEN EN LA DESCOMPOSICIÓN CADAVERICA

El tiempo de desarrollo del ciclo biológico y el comportamiento de los artrópodos se ven afectados por factores extrínsecos e intrínsecos que aceleran, retardan o anulan la putrefacción. La temperatura y la humedad son factores extrínsecos que afectan la tasa de descomposición e influyen en la presencia de ciertos insectos (Catts & Haskell, 1997). El tiempo de desarrollo varía según la temperatura. En términos generales y con pocas excepciones, los insectos despliegan una actividad normal entre los 5°C y los 28°C – 32°C (según las especies). Con temperaturas de 1°C – 4°C suelen caer en letargo, del cual salen con facilidad cuando sube la temperatura. Las temperaturas por debajo del punto de congelación producen la muerte, aunque ésta puede tardar varios días. Por el contrario cuando las temperaturas exceden el límite superior del intervalo óptimo, los insectos suelen desplegar una actividad desordenada, y cuando alcanzan un valor límite (que también dependerá de la especie) mueren. Por lo tanto dentro del intervalo de temperaturas que permiten la actividad normal de los insectos, habrá un intervalo más restringido para cada especie. Dentro del intervalo apropiado para la especie, el desarrollo se acelera con temperaturas elevadas y se hace más lento con temperaturas bajas; según Centeno (2002), los climas templados y áridos, donde la fluctuación circadiana es grande, el desarrollo parece retardarse

siguiendo las temperaturas mínimas bajas. Moura *et al.* (1997) demostraron que las temperaturas y los periodos estacionales influyen en la duración de los estados de descomposición y la presencia de ciertos insectos en cadáveres de ratas expuestos a sol o sombra. Los cadáveres de ratas expuestos durante el verano se descompusieron más rápido que los expuestos durante el invierno; Shahid *et al.* (2003) establecieron que el microclima, el ángulo de exposición al sol y las temperaturas diarias en cada ambiente afectan la temperatura de las masas larvales y por lo tanto esto influye en la tasa de descomposición del cadáver.

2.6. CATEGORÍAS DE LA ARTROPOFAUNA DE IMPORTANCIA FORENSE

Los insectos son los primeros organismos en llegar a un cuerpo en descomposición (Catts & Goff, 1992). Según Carvalho *et al.* (2000), esto ocurre en una determinada secuencia, produciéndose una adición o sustitución de especies. Siguiendo este patrón predecible, que varía con el lugar y la época del año, y teniendo en cuenta el tiempo de desarrollo y los estadios larvales de los insectos, se puede determinar con bastante precisión el intervalo post-mortem y la posible causa de muerte. También se pueden identificar drogas y toxinas en los tejidos de víctimas (Introna *et al.*, 2001).

Leclercq (1978) y Braack (1987) clasificaron a los artrópodos capturados en cadáveres en los siguientes grupos:

- a. **Necrófagos:** Los que se alimentan directamente de los cadáveres, y constituyen la categoría más importante para establecer el tiempo de muerte durante las primeras etapas de la descomposición cadavérica. Los principales representantes de esta categoría son el orden Diptera y Coleoptera.
- b. **Necrófilos:** Los que se alimentan de los necrófagos y que pueden ser depredadores, si capturan y se alimentan de otros artrópodos presentes en el medio (larvas de dípteros) o parasitoides si utilizan a larvas de dípteros para completar su ciclo biológico. Los principales representantes de esta categoría son el orden Coleoptera e Hymenoptera.

- c. **Saprófagos:** En general, los que se alimentan de materia orgánica en descomposición y, dentro de este apartado los que lo hacen de los líquidos y tejidos putrefactos cadavéricos. No son necrófagos estrictos. Entre estos están los coprófagos, que se alimentan de excremento expuesto durante las etapas de descomposición. El principal representante de esta categoría es el orden Coleoptera.
- d. **Oportunistas:** Aquellos que utilizan el cadáver como refugio o que simplemente están de paso.

2.7. INSECTOS DE IMPORTANCIA FORENSE

Según Payne (1965) citado por Aballay *et al.* (2008), los procesos desintegradores tienen a organismos descomponedores, particularmente a los insectos de los órdenes Diptera y Coleoptera, como los grupos predominantes en términos de diversidad de especies y número de individuos presentes.

2.7.1. Orden Diptera

Las hembras grávidas de diferentes familias de dípteros, llegan al cadáver, lamen la sangre u otras secreciones que rezuman de heridas o los orificios naturales y realizan la puesta de huevos en los primeros momentos después de la muerte (Torrez *et al.*, 2006). El ciclo se inicia con las puestas de huevos sobre la materia orgánica en descomposición, estos se incuban típicamente en uno a tres días, dependiendo de la especie y las condiciones ambientales. Las larvas de dípteros crecen rápidamente, pasando por tres estadios larvales antes de alcanzar su tamaño final, la morfología varía conforme avanzan en su desarrollo corporal modificando el esqueleto cefalofaríngeo y los espiráculos posteriores. Estas se crían juntas en grandes números y se mueven en torno al cadáver, promoviendo así la diseminación de bacterias y secreción de enzimas, lo que hace posible el consumo de los tejidos blandos del cadáver. El desarrollo de las larvas tarda varios días dependiendo tanto de la especie, de las condiciones ambientales, como del número de larvas presentes (Byrd & Castner, 2001). Los dípteros de las familias Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae son las más comunes, otras de

las familias relacionadas a los estados de descomposición son Fannidae, Phoridae, Phiophilidae (Oliveira - Costa, 2008).

2.7.2. Orden Coleoptera

Varias familias de coleópteros aparecen frecuentemente asociadas a los cadáveres puesto que se alimentan de carroña o de los artrópodos que se encuentran en ese medio cadavérico. Los estadios larvarios de estos coleópteros, son necrófagos (Braack, 1987; Catts & Goff, 1992). Entre las familias de coleópteros asociadas a cadáveres encontramos Dermestidae, Cleridae, Histeridae, Staphylinidae, Nitidulidae, Carabidae y Scarabaeidae (Castillo, 2002).

2.8. Cerdo doméstico (*Sus scrofa* L., 1758)

Los cadáveres de cerdos son utilizados en ensayos de entomología forense debido a que no presentan diferencias significativas con el ser humano, en cuanto a la artropofauna presente durante el proceso de descomposición (Haskell *et al.*, 2002).

Tradicionalmente, el modelo *S. scrofa* es uno de los más usados, debido a la similitud en peso y proceso de descomposición, respecto al cuerpo humano. En este modelo se registra un elevado número de especies, recolectadas en periodos de descomposición que, dependiendo de las condiciones ambientales, van desde dos hasta siete meses (Liria-Salazar, 2006).

2.9. Antecedentes en Sudamérica y en el Perú

Entre los países de Sudamérica que han realizado investigación en esta área está Brasil, que posee investigaciones a nivel taxonómico de diferentes familias de dípteros (Carvalho *et al.*, 2002; Carvalho & Mello Patiu, 2008; Barros *et al.*, 2008; Oliveira-Costa *et al.*, 2013), ciclo de vida (Bonatto, 1996), comportamiento reproductivo y longevidad (Paes *et al.* 2005), dispersión larval (Gomes & Von Zuben, 2002, 2004) entre otros aspectos ecológicos de las especies necrófagas (Moura *et al.*, 1997; Oliveira-Costa, 2008). En Argentina, los estudios están

relacionados al área taxonómica de dípteros (Centeno, 2002; Mariluis & Schnack, 2002) y coleópteros (Aballay *et al.*, 2013), además, de la influencia de los diferentes factores ambientales a los que estas especies están sometidas (Olaya, 1999; Battan *et al.*, 2005; Oliva, 2007; Aballay *et al.*, 2008). En Colombia se han realizado estudios taxonómicos de dípteros (Florez & Wolff, 2009; Buenaventura *et al.*, 2009), trabajos de sucesión de la entomofauna cadavérica (Wolff, 1999; Camacho, 2005), al igual que estudios de dispersión larval de algunos Calliphoridae (Vergara-Pineda *et al.*, 2012). En Venezuela, se realizó estudios de la fauna asociada a cadáveres de *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769) y *Oryctolagus cuniculus* (Linnaeus, 1758) (Liria-Salazar, 2006; Magaña *et al.*, 2006). En Chile, los estudios están relacionados a sistemática, morfología y fisiología de dípteros (Figueroa-Roa & Linhares, 2002; Ortloff-Trautmann *et al.*, 2013) y en el Perú la información es escasa aunque se reporta algunas investigaciones relacionadas al área taxonómica de dípteros (Dale & Prudot, 1987); sucesión de artropofauna (Iannacone, 2003); y biología y comportamiento de *Dermestes maculatus* (Díaz *et al.*, 2008). Algunos trabajos han sido expuestos y se encuentran en los libros de resúmenes de la Convención Nacional de Entomología de la Sociedad Entomológica del Perú (Murrugarra *et al.*, 2012; Murrugarra, 2013; Iannacone *et al.*, 2013). Además, se ha presentado una tesis referente a diferentes aspectos de esta área de investigación (Peceros, 2011).

2.10. Pantanos de Villa

En 1989, se declaró a los Pantanos de Villa como Zona Reservada para la conservación de flora y fauna silvestre (R.M. 144 – 89 AG del Ministerio de Agricultura). En 1997, es reconocido como un humedal de gran importancia nacional e internacional, y catalogado como Sitio Ramsar por la Convención Relativa a los Humedales de importancia Internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas, respaldado por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (INRENA, 1998). El 31 de agosto del 2006, se aprobó mediante Decreto Supremo N° 055-2006-AG, la categorización definitiva de la Zona Reservada de los Pantanos de Villa como Refugio de Vida Silvestre.

Los Pantanos de Villa tienen un área de 263.27 ha, se ubican dentro de una depresión plana o ligeramente ondulada, rodeados de colinas entre los 100 y 300 m.s.n.m. y una línea de playa recta, muy favorable para el acondicionamiento microclimático en la zona continental húmeda de la interfase mar-continente en la que existen los pantanos, conformados por un gran número de cuerpos de agua, como producto de la infiltración y afloramiento de aguas subterráneas que van a dar al mar (INRENA, 1998). Los sedimentos predominantes son areniscas de diferentes tamaños de grano, tonalidad y composición mayormente de cuarzo. Con relación a la geomorfología, los Pantanos de Villa constituyen una zona de acumulación y modelado fluvio-marino-eólico. Presenta suelos tipo arcillo-arenoso, limo-arcilloso o limo-arenoso, moderadamente profundo, textura moderadamente gruesa, con problemas de excesiva salinidad, drenaje imperfecto, escurrimiento superficial lento y susceptible a inundaciones. El clima es desértico, con algunas particularidades típicas de los desiertos tropicales asociados a corrientes marinas frías, siendo clasificado por Köppen (citado por Lizarzaburú, 1992), como un desierto subtropical árido. Consta de una estación invernal caracterizada por cielos grises, temperaturas que oscilan entre 14°C y 19°C, con una radiación difusa e indirecta, intensa humedad y suaves lloviznas entre junio y septiembre, y una estación cálida o de verano entre diciembre y marzo, con una amplia radiación solar y temperaturas que oscilan entre 15°C y 26 °C. Presenta precipitaciones totales que alcanzan un promedio anual de 60mm. La temperatura media anual es de 18.6°C y la humedad relativa fluctúa entre 85 y 99% (Guillén, 2002). Dadas las condiciones microclimáticas, los Pantanos de Villa por ser un ecosistema particular en la ciudad de Lima, se presta para el estudio de la fauna cadavérica, ya que esta puede variar por las condiciones ambientales.

En este estudio se consideró a los Pantanos de Villa como un lugar importante para realizar esta investigación debido a que es uno de los lugares considerados por los criminales para deshacerse de cadáveres, además, por las peculiaridades climáticas y geomorfológicas como ecosistema desértico.

III. HIPOTESIS Y OBJETIVOS

3.1. HIPOTESIS

Hipótesis nula = La sucesión de la artropofauna de los Pantanos de Villa en los cadáveres de cerdos no está influenciada significativamente por la estacionalidad.

Hipótesis alterna = La sucesión de la artropofauna de los Pantanos de Villa en los cadáveres de cerdos está influenciada significativamente por la estacionalidad.

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. Objetivo general:

Determinar la sucesión de la artropofauna en cadáveres de cerdos, *Sus scrofa*, en los Pantanos de Villa, según su estacionalidad.

3.2.2. Objetivos específicos:

- 1) Evaluar y comparar la duración de los estados de descomposición cadavérica de los cerdos en ambas épocas de evaluación.
- 2) Determinar la relación de la temperatura ambiental y la temperatura corporal en los cadáveres de cerdos en ambas épocas de evaluación.
- 3) Evaluar la llegada de los artrópodos adultos a los cadáveres de cerdos en relación a los estados de descomposición en ambas épocas de evaluación.
- 4) Evaluar cuantitativa y cualitativamente los géneros y/o especies de insectos que participan en la descomposición cadavérica de los cerdos en las estaciones del año comprendidas en ambas épocas de evaluación.
- 5) Estimar el recambio de especies por efecto de la estacionalidad en ambas épocas de evaluación.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización de los Pantanos de Villa

Los Pantanos de Villa están ubicados en el distrito de Chorrillos, provincia de Lima, al sur del departamento de Lima, Perú, entre los 12° 11' 42" – 12° 13' 18" LS y 76° 58' 42" – 76° 59' 42" LW. Presenta una altitud de 0 – 5 msnm. La extensión actual del área protegida es de 263.27 Ha. (Figura 1).

4.2. Ubicación del Material de Estudio

Los cadáveres fueron colocados en la zona conocida como Marvilla, área comprendida dentro de los Pantanos de Villa (12° 13' 20.6"- 12° 13' 32.7" LS; 76° 59' 20.2" - 76° 59' 05.1" LW), los cuatro cerdos fueron sacrificados con arma blanca y colocados a la intemperie, dentro de jaulas metálicas (Figura 2), la vegetación que rodeaba la zona de estudio estaba conformada básicamente por gramadales como *Distichlis spicata*, *Sporobolus virginicus* y *Paspalum vaginatum*. El área de estudios presentaba un relieve plano o ligeramente ondulado, frente a la zona de estudio se encuentra una línea de playa recta (Figura 1).

Los cuatro cerdos (*Sus scrofa*), de raza híbrida (Landrace x Large White), fueron adquiridos en un criadero de San Juan de Miraflores, donde fueron bañados y sacrificados utilizando una hoja del cuchillo que midió 30 cm de largo por 3 cm de ancho, con un corte profundo de aproximadamente 4 cm a nivel de la arteria aorta. Los animales fueron llevados al campo en bolsas plásticas negras cerradas, para evitar el ingreso de cualquier insecto ajeno al área de estudio. El tiempo de traslado de los cerdos del lugar de sacrificio hacia los Pantanos de Villa, fue de aproximadamente 25 min.

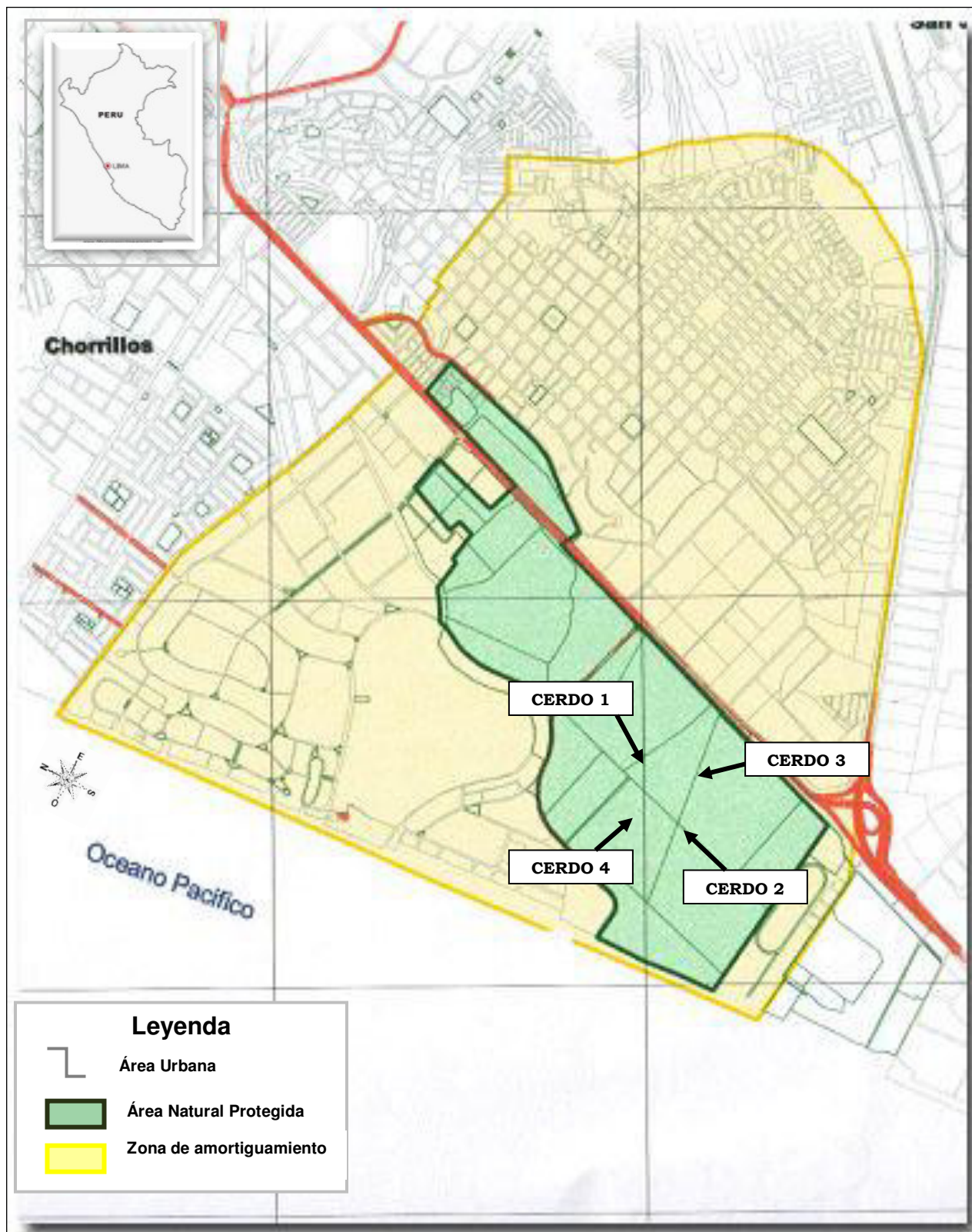


Figura 1. Mapa de ubicación de los cerdos en ambas épocas. Pantanos de Villa, Chorrillos, Lima, Perú (Lizarzaburu, 1992).

Los cerdos de la primera época (verano – otoño – invierno) tuvieron los siguientes pesos:

- Cerdo T1: 24.800 Kg
- Cerdo T2: 24.650 Kg

Los cerdos de la segunda época (primavera – verano – otoño) registraron los siguientes pesos:

- Cerdo T3: 23.500 Kg
- Cerdo T4: 23.800 Kg

Los cerdos fueron ubicados sobre el suelo, a una distancia de 200 m uno del otro, en jaulas metálicas rectangulares de 100 x 70 x 45 cm que permitieron el acceso de los insectos a través de agujeros de 1,5 cm e impidieron que los devoren vertebrados carroñeros como los gallinazos (*Coragyps atratus* B., 1793) que abundan en la zona (Figuras 2 – 5).



Figura 2. Instalación del cerdo T1. Época I (verano – otoño – invierno).



Figura 3. Instalación del cerdo T2. Época I (verano – otoño – invierno).



Figura 4. Instalación del cerdo T3. Época II (primavera – verano – otoño).



Figura 5. Instalación del cerdo T4. Época II (primavera – verano – otoño).

4.3. Tiempo de estudio

- **Primera Época:** Los dos primeros cerdos (T1 y T2) fueron instalados el 09 de febrero del 2007, y se dio inicio a las evaluaciones el día 10 de febrero (24 h después de la instalación), fecha correspondiente a la estación de verano, y se continuó durante las estaciones de otoño e invierno, manteniendo las evaluaciones hasta el mes de septiembre del mismo año, alcanzando un total de 43 evaluaciones.
- **Segunda Época:** Los dos siguientes cerdos (T3 y T4) fueron instalados el 29 de octubre del 2007, y se dio inicio a las evaluaciones el día 30 de octubre (24 h después de la instalación), fecha correspondiente a la estación de primavera, y se continuó evaluando los meses siguientes cubriendo las estaciones de verano y parte de otoño, hasta el mes de junio del 2008, alcanzando un total de 42 evaluaciones.

En la segunda época, los cerdos fueron ubicados en el campo experimental en la posición contraria a la que tuvieron en la primera época, es decir, se hizo un trazo imaginario de aproximadamente 200m frente a la posición inicial formando un cuadrante con la posición de los cuatro cerdos (Figura 1).

4.4. Evaluaciones

El día de la instalación de los cadáveres en el campo, no se realizó ninguna evaluación, las evaluaciones empiezan en ambas épocas al día siguiente. Durante la primera semana se evaluó todos los días alrededor de las 12:00 am, luego se tomaron evaluaciones inter-diarias por una semana y finalmente evaluaciones semanales, siempre manteniendo el mismo horario de evaluación.

Evaluaciones	Diaria	Inter-diaria	Semanal	Total
Época I	7	4	32	43
Época II	7	4	31	42

Para cada cerdo se consideraron cuatro zonas de muestreo: cabeza, abdomen, ano y extremidades. Se anotaron todos los datos relativos a las muestras tomadas (fecha y tratamiento), incluyendo temperaturas de las regiones cefálica, abdominal y anal (Figura 6). Se registraron: 1) puesta, 2) interacciones entre especies, 3) migraciones, 4) presencia o ausencia de especies y 5) otros datos relativos que sean de interés para el estudio. Los datos obtenidos del cadáver se promediaron y se agruparon para luego ser procesados.



Figura 6. Evaluación y toma de datos de la temperatura corporal de la cabeza, abdomen y ano.

Los datos climatológicos de temperatura ambiental ($T^{\circ}\text{C}$) y humedad relativa (HR) de la zona de estudio se obtuvieron de la Estación Meteorológica de los Pantanos de Villa. Los vientos son típicamente de sur a sureste, produciéndose también vientos locales, que durante el día van del mar a la tierra.

4.5. Recolección de Insectos Adultos

Los insectos voladores o rastreros que se encontraron cerca del cadáver o posados sobre él, fueron recolectados con una red entomológica (Figura 7) o manualmente mediante pinzas de relojero y pinceles redondos con punta número 1 y 2, siguiendo las técnicas sugeridas por Catts & Haskell (1997). Según se recolectaron, se colocaron en cámaras letales a base de Cloroformo o Acetato de

Etilo, debidamente rotuladas. Una vez en el laboratorio, las muestras se montaron con alfileres entomológicos o se colocaron en envases con alcohol etílico al 70% para su identificación posterior.



Figura 7. Captura con red entomológica de adultos de dípteros.

4.6. Recolección de Insectos Inmaduros

La primera semana se recolectaron diariamente larvas usando pinzas de disección rectas con punta roma y con punta fina y pinceles redondos con punta numero 1 y 2, considerando las cuatro áreas anatómicas: cefálica (orejas, ojos, nariz y boca), abdominal, anal (ano y genitales) y extremidades; las siguientes semanas se empleó un cuadrante con un área de $5 \times 5 \text{ cm}^2$, ayudados por un contometro, se obtuvo un conteo más exacto del total de larvas por área (Figura 8). Se recogió de cada cerdo 20 larvas de dípteros de diferentes estadios de desarrollo (LI, LII y LIII), así como también larvas de coleópteros, de cada una de las zonas anatómicas antes mencionadas. Parte de la muestra de inmaduros (10 larvas) fue tratada previamente con agua caliente y luego se preservó en alcohol etílico al 70% para su posterior identificación; la otra parte se empleó para completar el ciclo biológico en el laboratorio. Las pupas presentes en el cuerpo y en el suelo se recolectaron hasta una distancia perimetral de 50 cm del cerdo.



Figura 8. Obtención de la cantidad larval por fecha de evaluación.

4.7. Crianza de larvas de dípteros

El ciclo de vida de las larvas de dípteros se completó criándolas en el laboratorio. Las larvas se colocaron en envases de plástico de 250 mL con arena en el fondo y sobre ésta se colocó un trozo de hígado crudo de pollo como alimento, los envases fueron cubiertos con tul y sujetado con una liga (Figuras 9 y 10), se revisó la emergencia de adultos y se mantuvo la humedad de cada envase asperjándolo con agua a manera de lluvia.

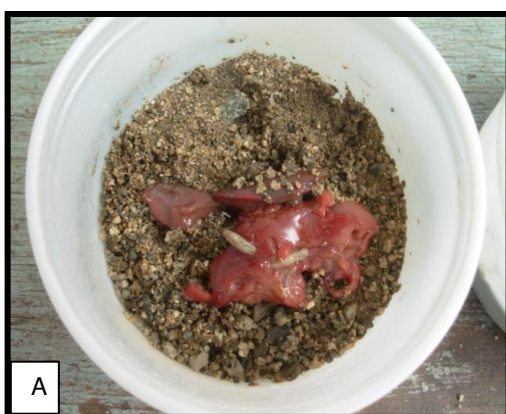


Figura 9. Traslado y crianza de las larvas de dípteros del campo al laboratorio.



Figura 10. Crianza de larvas de dípteros y obtención de adultos.

4.8. Crianza de larvas de coleópteros

El ciclo biológico de las larvas de coleópteros se completó criándolas en el laboratorio. Las larvas se colocaron en envases de plástico de 250 mL. (Figura 11), se las alimentó con hígado de pollo y se cubrió los envases con tul sujetado con una liga. Se revisó la emergencia de adultos y se mantuvo la humedad de cada envase asperjándolos con agua a manera de lluvia.



Figura 11. Recuperación de coleópteros de la familia Dermestidae en laboratorio.

4.9. Identificación de Insectos

La determinación taxonómica se realizó con los insectos obtenidos en el campo y en el laboratorio. Las claves taxonómicas que fueron empleadas a género o especie de los insectos de importancia forense fueron de Carvalho *et al.* (2002), Carvalho & Mello Patiu (2008) y Oliveira-Costa (2008). Los Calliphoridae adultos

fueron clasificados con la clave publicada por Mariluis & Schnack (2002) y los estadios inmaduros en base a Oliva (2002) y Florez & Wolff (2009); los especímenes adultos de la familia Sarcophagidae fueron identificados con la clave de Buenaventura *et al.* (2009); la familia Muscidae fue clasificada mediante la clave de Nihei & Domínguez (2008). Los coleópteros de la familia Histeridae fueron identificados mediante la clave de Aballay *et al.* (2013). Los coleópteros de las familias Dermestidae y Cleridae se utilizaron las claves de Kingsolver (1991) y Almeida *et al.* (2009). Dentro del orden Hymenoptera, para la familia Formicidae, y género *Pheidole* se utilizó la clave publicada por Kempf (1972) y para la familia Pteromalidae con el género *Nasonia* la clave publicada por Darling & Werren (1990). Para la clasificación del orden Araneae se utilizó la clave de Benamú (2007). Las familias y géneros de los diferentes artrópodos fueron corroborados por los especialistas.

Las muestras testigo “vouchers” han sido depositadas en las colecciones entomológicas del Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, así como también, en el Museo de Entomología Klaus Raven Büller de la Universidad Nacional Agraria La Molina, en el Museo de la subdirección de Control Biológico del SENASA del Ministerio de Agricultura del Perú y en la colección de la Morgue Central de Lima, Instituto de Medicina Legal del Ministerio Público.

4.10. Análisis estadístico

Los datos de temperatura diaria obtenida de la Estación Meteorológica de los Pantanos de Villa, Chorrillos y las temperaturas corporales tomadas a los cerdos, en cada fecha de evaluación, se correlacionaron para determinar si seguían un patrón similar, utilizándose el coeficiente de correlación de Pearson. Se utilizó el método ANOVA de un factor para comparar las temperaturas corporales (cefálica, abdominal y anal) de cada cerdo en las diferentes fases de descomposición, además, la prueba t de Student donde se relaciona a la temperatura corporal con la temperatura ambiental en cada época de evaluación.

Se empleó el paquete estadístico SPSS versión 20.00 (IBM, 2011) para el cálculo de los estadísticos descriptivos (trata del recuento, orden y clasificación de los datos obtenidos de las observaciones: Construcción de tablas, gráficos y calculo de parámetros) e inferenciales (permite obtener conclusiones para toda una población a partir del estudio de una muestra, y el grado de fiabilidad y significancia de los resultados obtenidos). Para analizar los datos se utilizó el análisis factorial de componentes principales, cuando recogemos la información de una muestra de datos, lo más común es tomar el mayor número posible de variables, éstas muchas veces son tantas que imposibilitan una buena correlación entre ellas, por lo tanto, es necesario reducir el número de variables, el análisis de componentes principales surge para estudiar la correlación que existe entre variables que miden información común y separa a aquellas que no posee información redundante en un estudio, en nuestra investigación se utilizó para correlacionar las variables bajo estudio como temperatura ambiental, temperatura corporal, humedad relativa, época de evaluación, cerdo evaluado, especie de insecto (Época I 31 especies y época II 36 especies), número de larvas (Diptera y Coleoptera) y determinar como estas variables pueden agruparse en función de la variabilidad que cada variable comparte con otras variables. A fin de poder facilitar la interpretación de los factores seleccionados se lleva a cabo una rotación de ejes factoriales, esto permite conseguir que la correlación de cada variable sea lo más próxima a 1 con solo uno de los factores y las demás próximas a cero.

Otro de los programas empleados fue el Estimate versión 9.1 Jiménez & Hortal (2003) con el cual se logró determinar una curva de acumulación para ambas épocas de evaluación que grafique el número de individuos observados como función de alguna medida del esfuerzo de muestreo requerido para observarlas.

Los índices empleados en el estudio de diversidad alfa fueron Shannon- Wiener y dominancia de Simpson para las especies de cada sitio de muestreo y periodo de descomposición; también se utilizó el índice de similitud cuantitativa de Bray-Curtis para determinar el grado de semejanza entre los cerdos muestreados y los estados de descomposición de cada época graficándose los resultados en un dendrograma.

V. RESULTADOS

5.1. CARACTERÍSTICAS Y DURACIÓN DE LOS ESTADOS DE DESCOMPOSICIÓN EN AMBAS ÉPOCAS DE EVALUACIÓN

5.1.1. EPOCA I

Se observaron cuatro estados de descomposición cadavérica: hinchado, activo, activo avanzado y esquelético. La delimitación e identificación de los estados de descomposición fueron muy evidentes, se registró el mismo número de días para ambos cerdos: hinchado, activo, avanzado, siendo el estado esquelético del cerdo T1 el que tomó 7 días más que el cerdo T2 para llegar a una esqueletización completa, el estado fresco se pierde en las primeras horas después de instalarse los cadáveres en campo (Figuras 12a, 12b, 13; Anexo C).

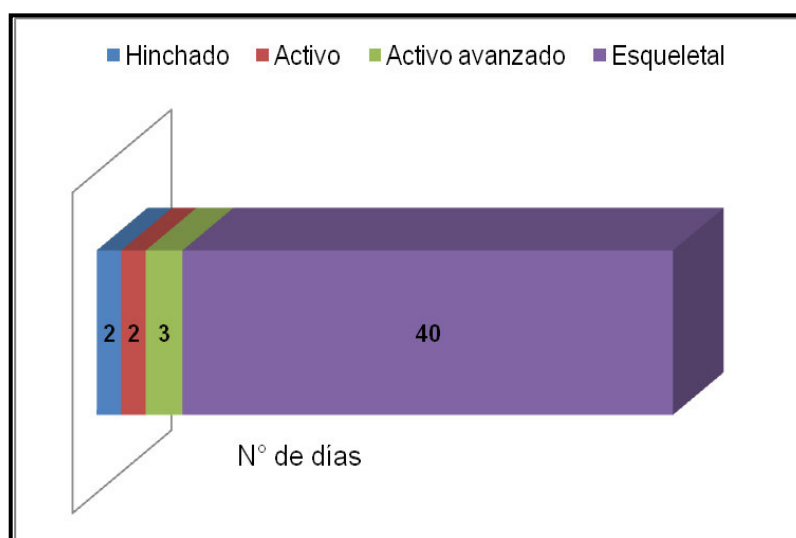


Figura 12a. Duración de cada estado de descomposición en la época I (verano – otoño – invierno). Cerdo T1.

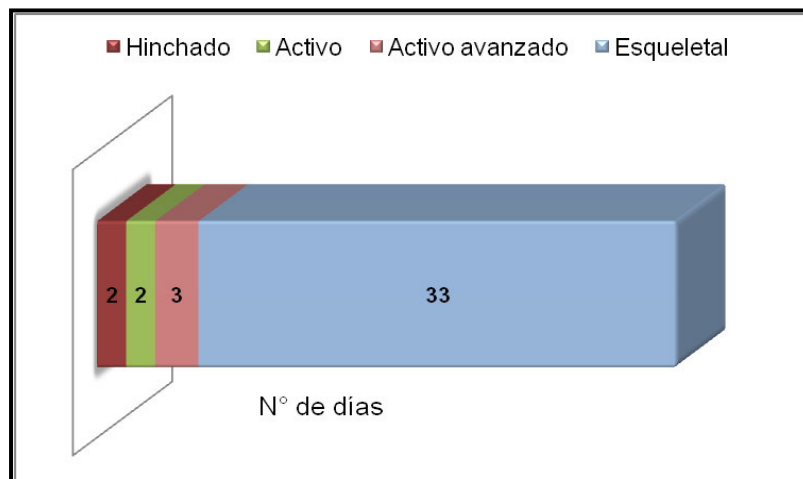


Figura 12b. Duración de cada estado de descomposición en la época I (verano – otoño – invierno). Cerdo T2.

5.1.2. EPOCA II

En este periodo de la investigación se observó cinco estados de descomposición en ambos cerdos: fresco, hinchado, activo, activo avanzado y esquelético. La delimitación de las dos primeras fases fue evidente, entre la segunda y la tercera fase los cambios fueron paulatinos, la fase activa y activa avanzada se solapan, haciendo complicada la diferenciación entre ambas fases, pues fue bastante lenta. Se observó puntos pre-esqueléticos a nivel de las extremidades tanto anteriores como posteriores alrededor de los 30 – 35 días de iniciado el trabajo; el proceso esquelético fue avanzando lentamente hasta alcanzar todo el cuerpo (Figuras 14a, 14b, 15; Anexo C).

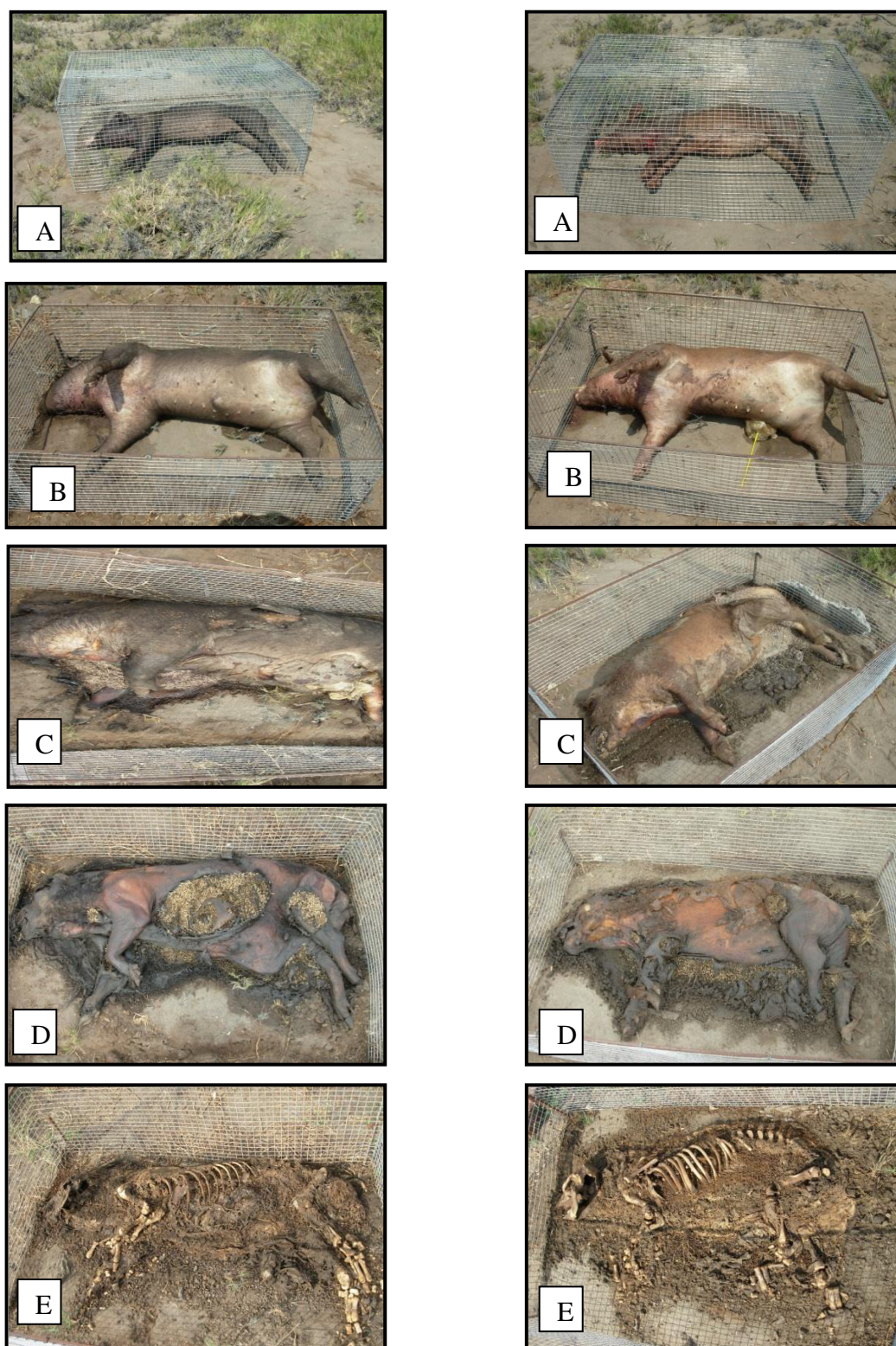


Figura 13. Estados de descomposición de los cerdos T1 y T2. (A) estado fresco (Instalación), (B) estado hinchado, (C) estado activo, (D) estado activo avanzado y (E) estado esquelético. Época I (verano – otoño – invierno).

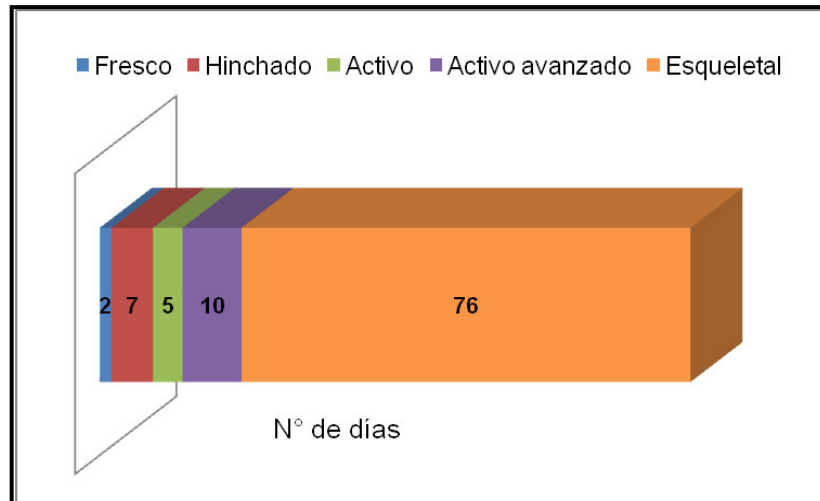


Figura 14a. Duración de cada estado de descomposición en la época II (primavera – verano – otoño). Cerdo T3.

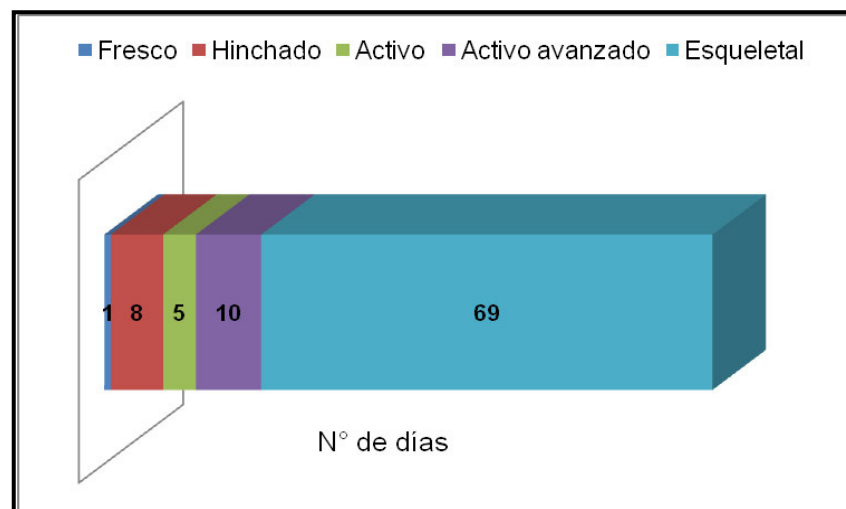


Figura 14b. Duración de cada estado de descomposición en la época II (primavera – verano – otoño). Cerdo T4.

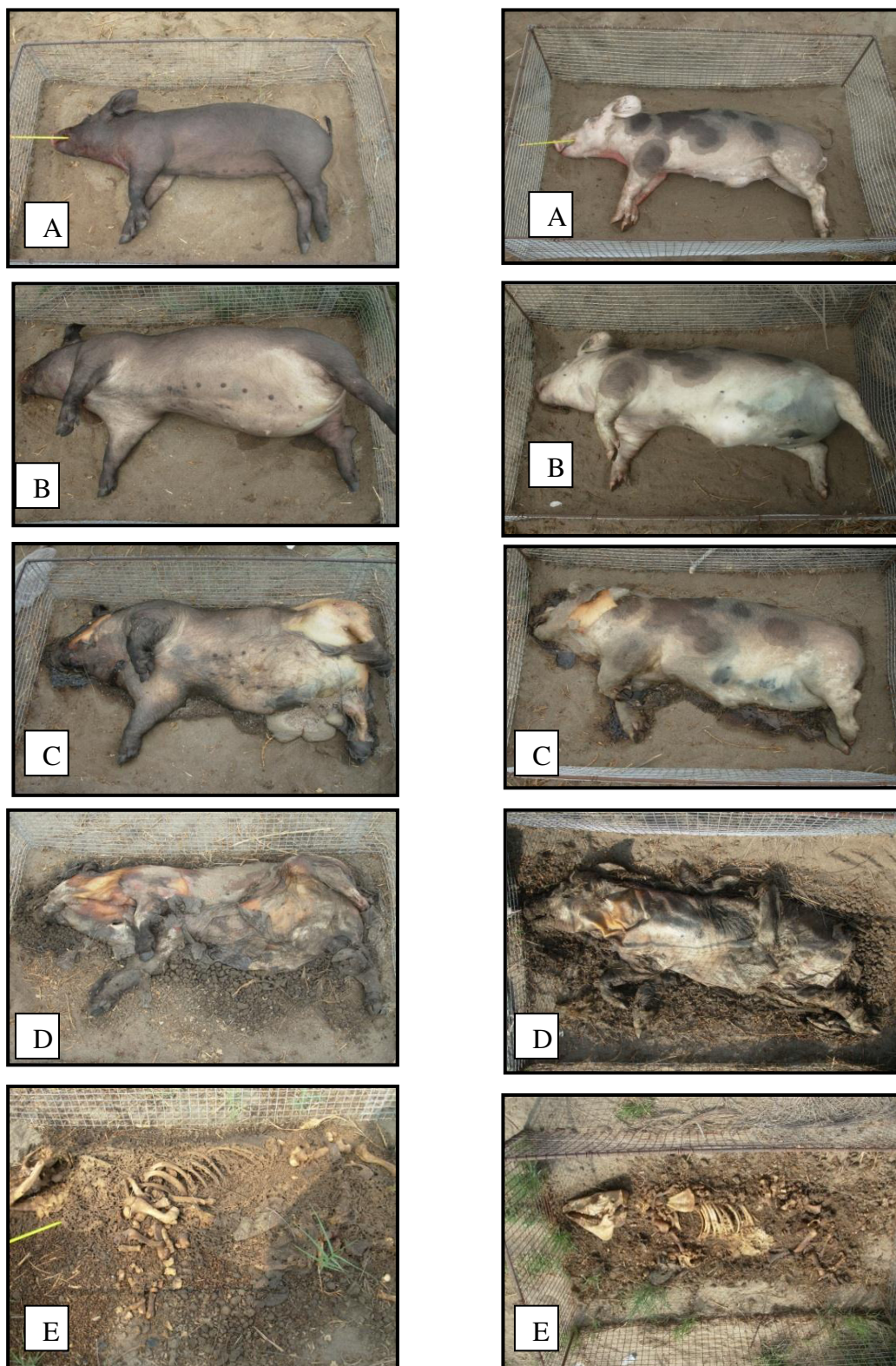


Figura 15. Estados de descomposición de los cerdos T3 y T4. (A) estado fresco, (B) estado hinchado, (C) estado activo, (D) estado activo avanzado y (E) estado esquelético. Época II (primavera – verano – otoño).

5.2. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL SOBRE LA TEMPERATURA CORPORAL EN AMBAS ÉPOCAS DE EVALUACIÓN

5.2.1. Época I

La fluctuación de las temperaturas máximas corporales (cefálica, abdominal y anal) que presentaron los cerdos en la primera época fue de 38,3°C para el cerdo T1 y 41°C para el cerdo T2, comparándola con la temperatura ambiental durante las mismas fechas de evaluación; esta última fluctuó entre 24,3°C y 23,8°C, haciendo una diferencia entre ambas temperaturas de 14°C a 17,2°C (Anexo A). La prueba de t de Student arroja que la temperatura ambiental y la temperatura corporal de esta época muestran diferencias significativas ($t = -24,36$ y $P = 0,000$) (Tabla 1). Las temperaturas corporales (cefálica, abdominal y anal) siempre se han mantenido por encima de la temperatura ambiental (Figuras 16a, 16b).

Tabla 1. Prueba de t de student entre la temperatura ambiental y la temperatura corporal de los cerdos T1 y T2. Época I.

Prueba de muestras relacionadas							
Diferencias relacionadas							
Intervalo de confianza							
95%							
Error típ.							
	Desviación típ.	de la media	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
T.Amb.I – T. Corp. I	3,2600	,3644	-9,606	-8,155	-24,36	79	,000

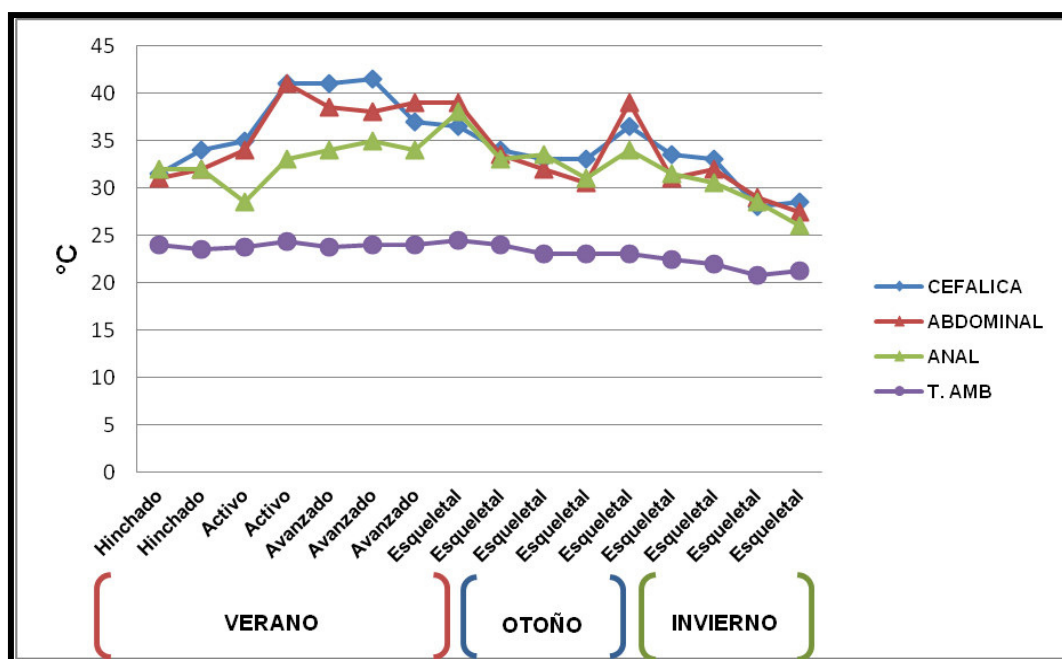


Figura 16a. Fluctuaciones de las temperaturas corporales vs. la temperatura ambiental en la época I (verano – otoño – invierno). Cerdo T1.

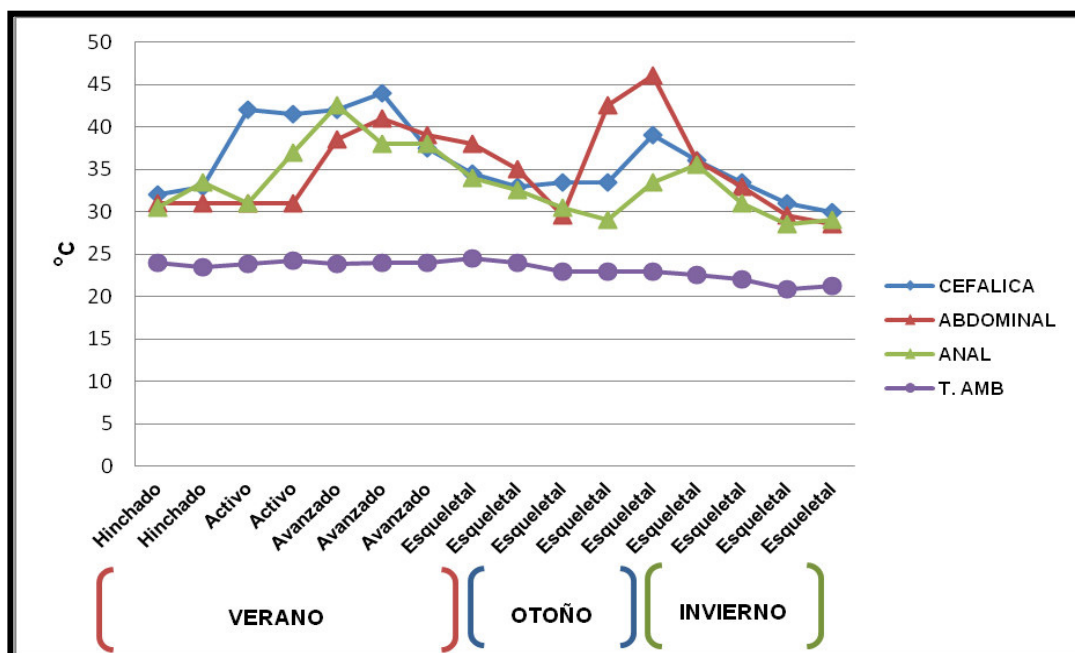


Figura 16b. Fluctuaciones de las temperaturas corporales vs. la temperatura ambiental en la época I (verano – otoño – invierno). Cerdo T2.

5.2.2. Época II

Al inicio de la evaluación en campo solo se tomaron las temperaturas corporales de la boca y el ano; el promedio de dichas temperaturas fluctuaron entre 29,8°C y 31°C respectivamente en cada cerdo; la temperatura abdominal recién fue registrada a partir de la novena fecha de evaluación debido a que recién fueron expuestas las vísceras. La temperatura ambiental fluctuó entre 19,8°C y 19,5°C, haciendo una diferencia entre temperatura corporal y ambiental de 10°C y 11,5°C (Anexo B). La temperatura ambiental siempre se halló por debajo de la temperatura corporal; las temperaturas corporales aumentaron en las etapas activa y activa avanzada, manteniendo una meseta durante la etapa esquelética pero después las curvas mostraron cierta inclinación a la baja. La temperatura ambiental y corporal mostraron diferencias significativas ($t=-19,92$ y $P= 0,000$) (Tabla 2; Figuras 17a, 17b).

Tabla 2. Prueba de t de student entre la temperatura ambiental y la temperatura corporal de los cerdos T3 y T4. Época II.

Prueba de muestras relacionadas								
Diferencias relacionadas								
Intervalo de Confianza								
95%								
	Media	Desviación n típ.	Error típ. de la media	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
T. Amb. II – T. Corp. II	-7,438	3,339	,3733	-8,181	-6,695	-19,92	79	,000

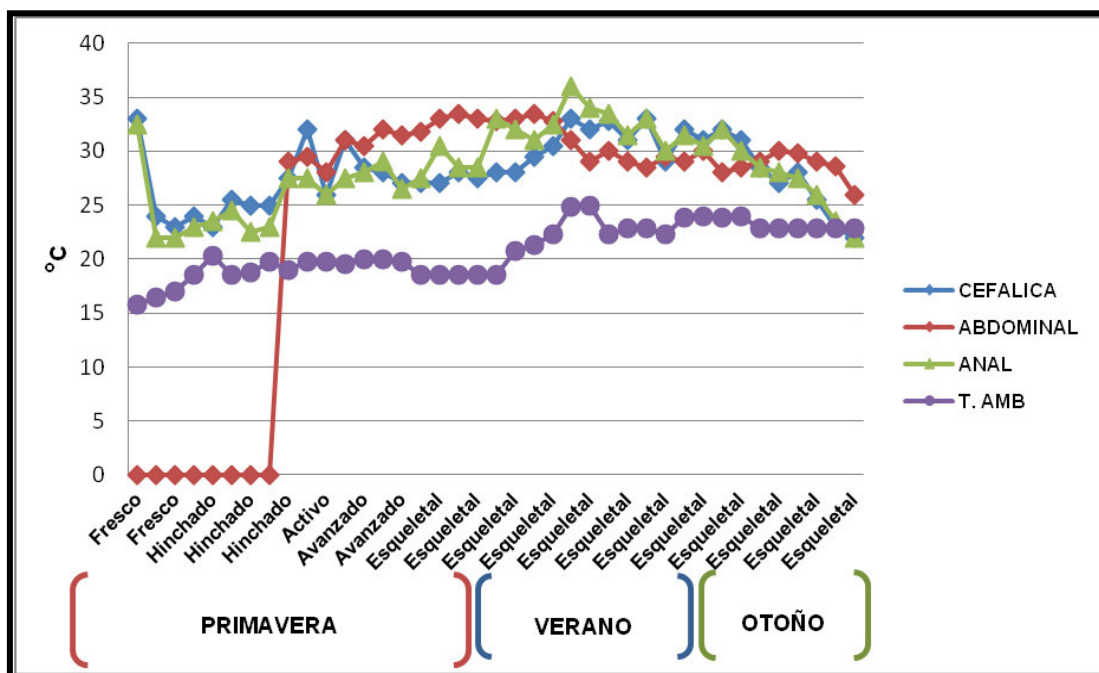


Figura 17a. Fluctuaciones de las temperaturas corporales vs. la temperatura ambiental en la época II (primavera – verano – otoño). Cerdo T3.

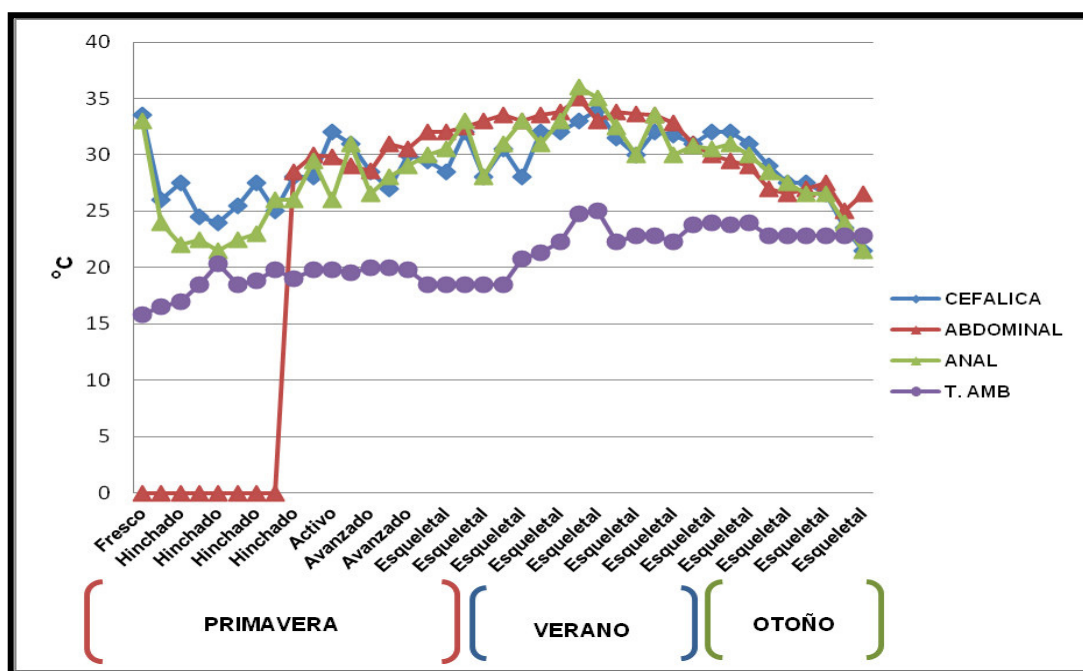


Figura 17b. Fluctuaciones de las temperaturas corporales vs. la temperatura ambiental en la época II (primavera – verano – otoño). Cerdo T4.

Sometiendo a un ANOVA a las temperaturas corporales tomadas de las zonas cefálica, abdominal y anal en los cuatro cerdos se encontró los siguientes resultados, a nivel cefálico ($F= 3,301$ y $P= 0,013$), a nivel abdominal ($F= 67,127$ y $P= 0,000$) y a nivel anal ($F= 1,646$ y $P= 0,167$). Se correlaciono la temperatura ambiental con la temperatura corporal de ambas épocas de evaluación, resultado que indica que existe una alta correlación entre ambas variables ($r= ,740$ y $P= 0,000$) (Tabla 3). Al correlacionar ambas variables mediante un diagrama de dispersión se observó una relación lineal directa entre ambas variables, esto quiere decir, que existe una dependencia entre las dos variables, cuando una aumenta la otra también lo hace (Figura 18).

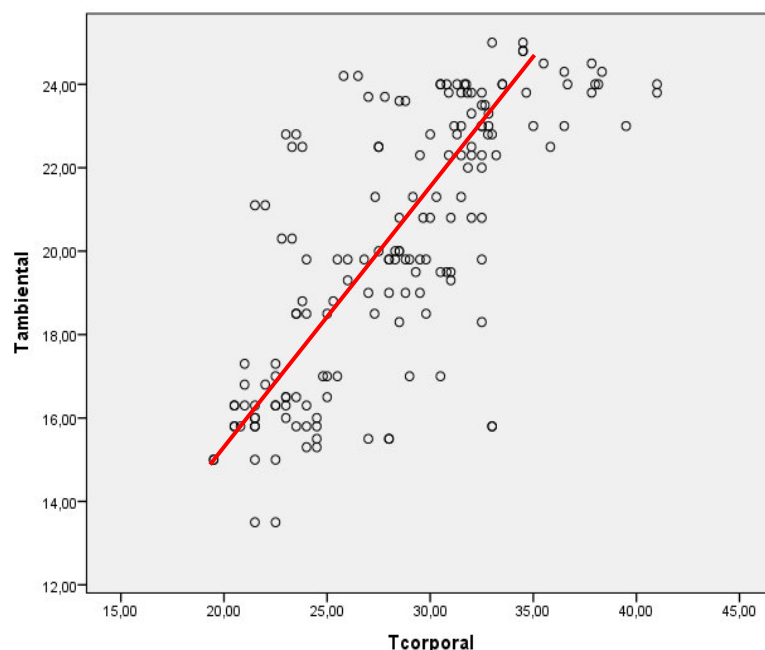


Figura 18. Diagrama de dispersión de la temperatura ambiental vs. la temperatura corporal durante ambas épocas de evaluación.

Tabla 3. Correlaciones de la temperatura ambiental °C y la temperatura corporal °C en ambas épocas de evaluación en los Cerdos T1, T2, T3 y T4.

		Temperatura Ambiental	Temperatura Corporal
Temperatura Ambiental	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	1	740** 000
Temperatura Corporal	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)		1

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

5.3. LLEGADA DE LOS ARTRÓPODOS ADULTOS A LOS CADÁVERES EN RELACIÓN A LOS ESTADOS DE DESCOMPOSICIÓN EN AMBAS EPOCAS DE EVALUACIÓN

5.3.1. Época I

El primer día de evaluación se registró posturas y larvas de *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775) en ambos cerdos (T1 y T2), encontrándose los cerdos en el estado hinchado, el numero de larvas aumento en el estado de descomposición activo, disminuyendo en el estado activo avanzado y desapareciendo en el esquelético; *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819) empezó a oviponer en la etapa hinchada de los cadáveres y fue aumentando el número de larvas durante el estado activo, activo avanzado y esquelético; los adultos por lo tanto también aumentaron en número, esto correspondió a la emergencia de la generación criada en el cadáver, observándose que la densidad de la población de adultos de *C. macellaria* disminuyó y *Ch. albiceps* aumento. Solo estas dos especies de dípteros ovipositaron en ambos cadáveres. La incidencia de *Musca domestica* (Linnaeus, 1758) en los cadáveres es relativamente baja; se presentó sólo adultos durante todos los estados de descomposición, la presencia de esta especie es básicamente oportunista al no tener un rol necrófago, así mismo, *Synthesomyia nudiseta* (van der Wulp, 1883) sólo fue registrada en la etapa esquelética en ambos cerdos. Otra de las familias

de dípteros que se registro fue Sarcophagidae, que apareció desde el estado hinchado y aumentó en el estado esquelético, entre las especies adultas encontradas en esta época fueron reconocidas *Blaesoxipha plinthopyga* (Wiedemann, 1830) y *Ravinia aurigena* (Townsend, 1912), recolectadas en campo. De la familia Fannidae se registro a *Fannia canicularis* (Linnaeus, 1761), en todas las etapas de descomposición y a *Euryomma peregrinum* (Meigen, 1826) en el estado esquelético en ambos cerdos (Figuras 19a, 19b, 36a,b, 37a,b,c, 38a,b 40, Anexo D,E).

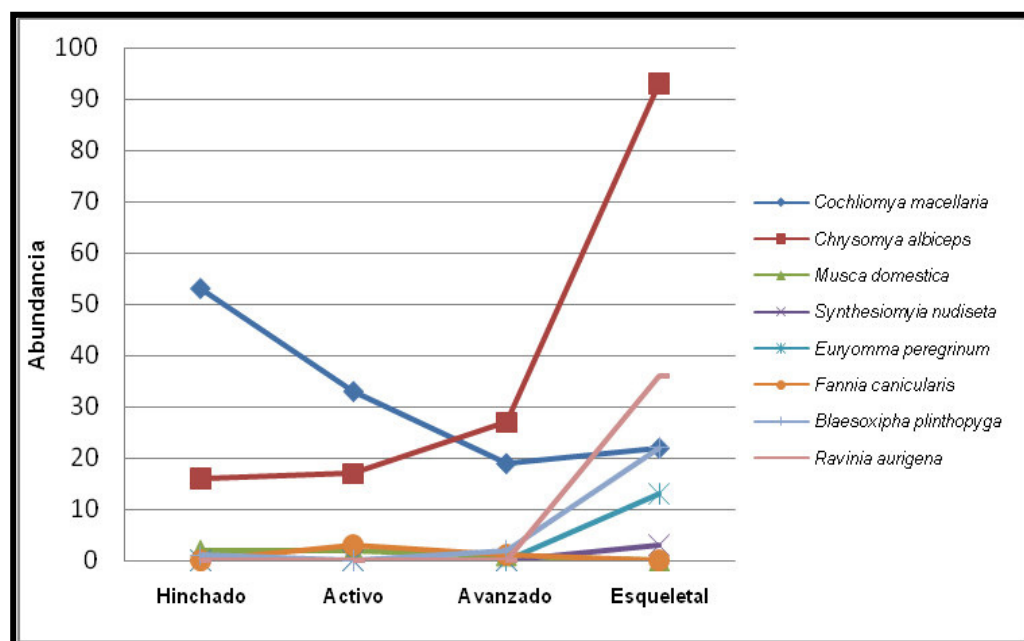


Figura 19a. Fluctuación poblacional adulta de las diferentes especies de dípteros presentes durante la época I (verano – otoño – invierno). Cerdo T1.

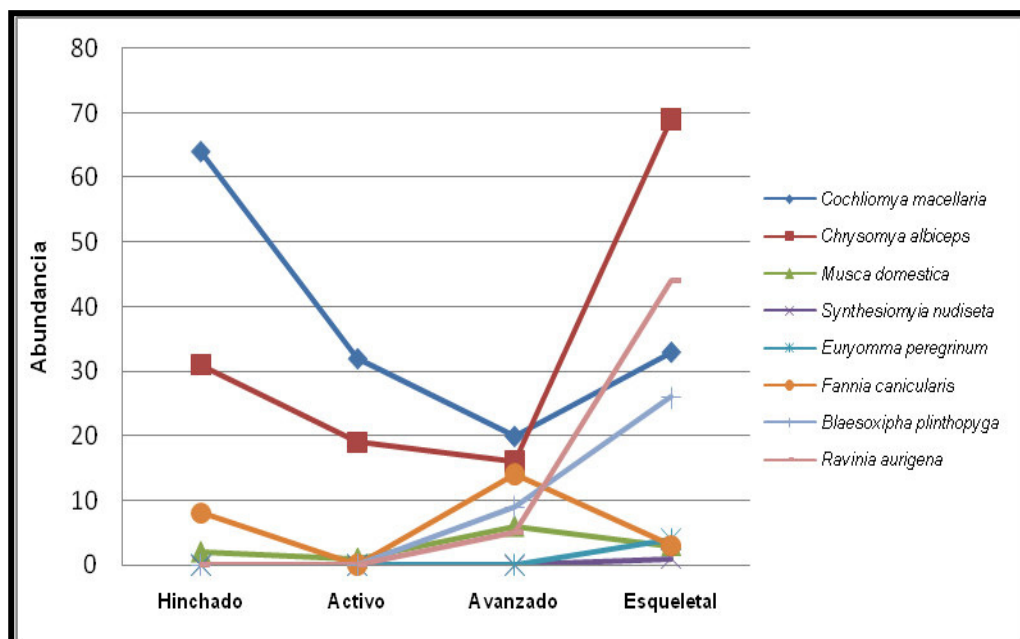


Figura 19b. Fluctuación poblacional adulta de las diferentes especies de dípteros presentes durante la época I (verano – otoño – invierno). Cerdo T2.

Las familias del orden Coleoptera, Dermestidae y Cleridae fueron los grupos predominantes en ambos cerdos, registrándose estadios de larva y adulto de *Dermestes maculatus* (De Geer, 1774), *Dermestes frischii* (Kugelann, 1792) y *Necrobia rufipes* (De Geer, 1775), se registró el estadio adulto a partir de la etapa hinchada, activa y activa avanzada y permanecieron en el cuerpo durante toda la etapa esqueletal, los estadios larvales de las tres especies sólo son registrados en el estado de descomposición esqueletal; *Necrobia ruficollis* de la familia Cleridae sólo registró estadio adulto en la fase de descomposición activo avanzado. De la familia Histeridae sólo se registro adultos: *Hister* sp. en el estado activo, activo avanzado y esqueletal; *Saprinus* sp. sólo en el estado esqueletal y *Euspilotus* sp. en el estado activo avanzado y esqueletal (Figuras 20a, 20b, 41, 42, 43a, Anexo D,E).

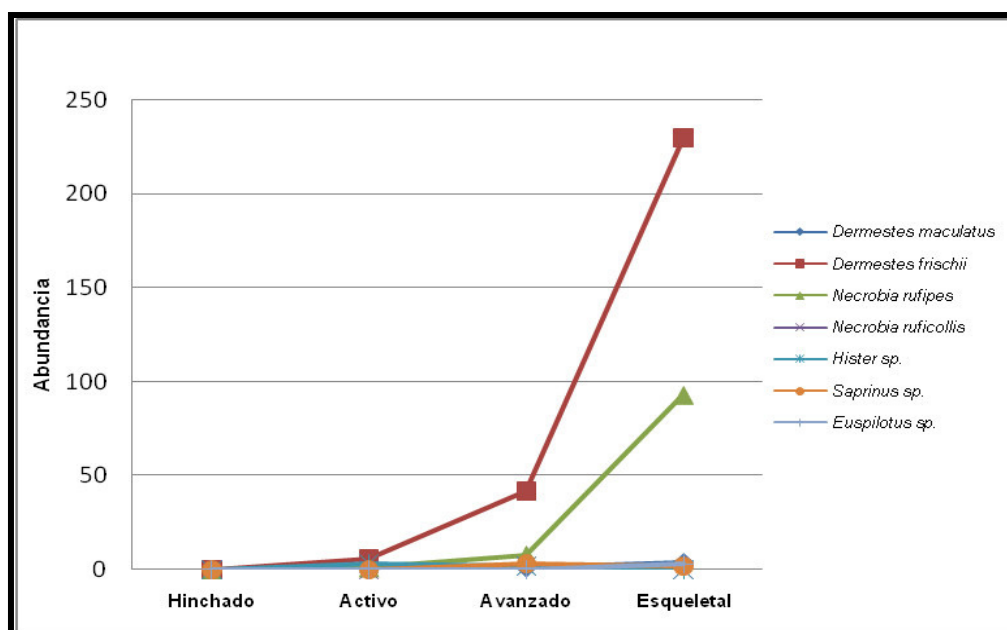


Figura 20a. Fluctuación poblacional adulta de las diferentes especies de coleópteros presentes durante la época I (verano – otoño – invierno). Cerdo T1.

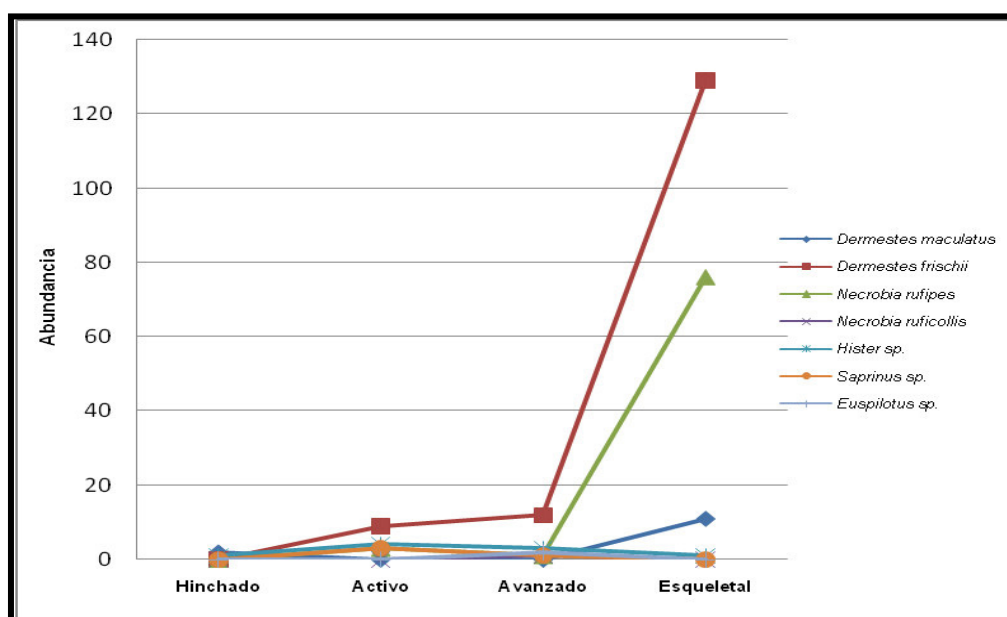


Figura 20b. Fluctuación poblacional adulta de las diferentes especies de coleópteros presentes durante la época I (verano – otoño – invierno). Cerdo T2.

Otro orden de insectos que estuvo presente fue Hymenoptera; dentro de este grupo se pudo registrar a la familia Formicidae, encontrando a individuos del género *Solenopsis*, importante por su comportamiento necrófilo y al género

Pheidole, también se registró al parasitoide de pupas de la División Cyclorrhapha de Diptera *Nasonia* sp. (Pteromalidae), tanto los Formicidae como el parasitoide fueron registrados en el estado esquelético. Otras especies que mostraron un rol depredador en el cadáver fueron *Myrmeleon formicarius* Linnaeus, 1767 (Neuroptera: Myrmeleontidae) y *Musonia* sp. (Mantodea: Thespidae), ambas son depredadoras por excelencia, y estuvieron presentes desde la etapa activa avanzada y durante toda la etapa esquelética. También se registró a *Ciminius platensis* (Berg, 1879) (Hemiptera: Cicadellidae). Otro de los grupos de artrópodos que fue bastante diverso por las especies encontradas fueron las arañas de la familia Salticidae (Araneae) durante la etapa esquelética, se registró a *Sitticus canus*, *Sitticus* sp., *Phiale* sp., *Dendryphantes* sp. y *Frigga crocuta* así como también se registró una especie de la familia Theridiidae y dos especies de la familia Philodromidae, una en cada cerdo. Además, se observó a la lagartija *Microlophus peruvianus* (Lesson, 1826) de la Clase Sauropsida, Orden Squamata: Familia Tropicuridae dentro de las jaulas consumiendo a la fauna cadavérica (Figuras 21, 44, 45, 46, 47, 48, Anexo D, E).

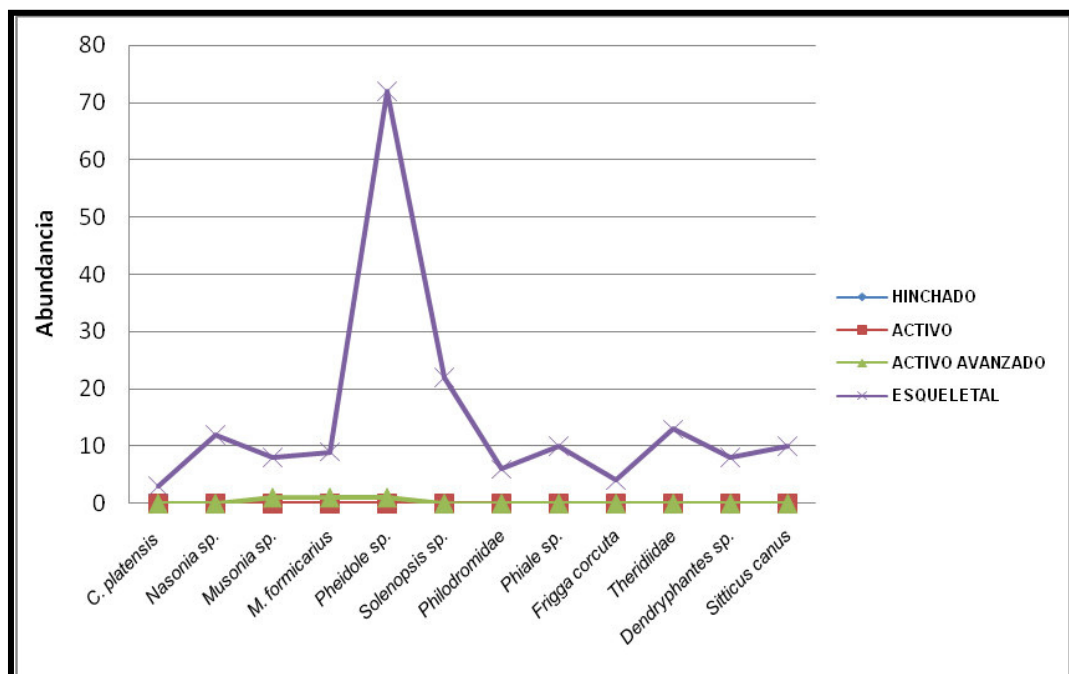


Figura 21. Fluctuación poblacional de otros artrópodos presentes durante la época I (verano – otoño – invierno). Cerdos T1 y T2.

5.3.2. Época II

Durante la segunda época, se registró a *Sarconesia chlorogaster* (Wiedemann, 1830) (Calliphoridae) durante los estados de descomposición fresco e hinchado en el cerdo T3 y en el cerdo T4 sólo en el estado hinchado y con un número reducido de individuos; *Chrysomya albiceps* y *Lucilia sericata* son registradas en ambos cerdos en los estados de descomposición hinchado, activo avanzado y esquelético; *Cochliomyia macellaria* en cambio fue registrada en los cinco estados de descomposición así como también *Synthesiomyia nudiseta* (van der Wulp, 1883) (Muscidae) que arribó al cadáver desde el estado fresco y se mantuvo hasta las tres primeras semanas del estado esquelético, de ambas especies se registró estadios larvales en ambos cerdos. *Fannia canicularis* (Linnaeus, 1761), se registró en los cinco estados de descomposición en el cerdo T3, sin embargo, en el cerdo T4 no se presentó en el estado fresco, *Euryomma peregrinum* en el cerdo T3 sólo fue registrada en los estados activo y activo avanzado, en cambio en el cerdo T4 se presentó en los estados hinchado, activo y esquelético, en ambos cerdos sólo se registró adultos. *Ravinia aurigena* fue registrada en los estados de descomposición activo, activo avanzado y esquelético en el cerdo T3 y en el cerdo T4 aparecieron desde el estado activo avanzado y se mantuvieron hasta el estado esquelético, en cambio *Blaesoxipha plinthopyga* sólo fue registrada en el estado esquelético en ambos cerdos. *Piophilina casei* fue registrada en todos los estados de descomposición con excepción del estado fresco, fue muy abundante en el estado esquelético, en ambos cerdos. *Ophyra* sp. fue registrada en el cerdo T3 sólo en el estado esquelético y en el cerdo T4 en el estado hinchado y en el activo (Figuras 22a, 22b, 36a,b,c,d, 37a,b,d, 38a,b, 39, 40, Anexo F,G).

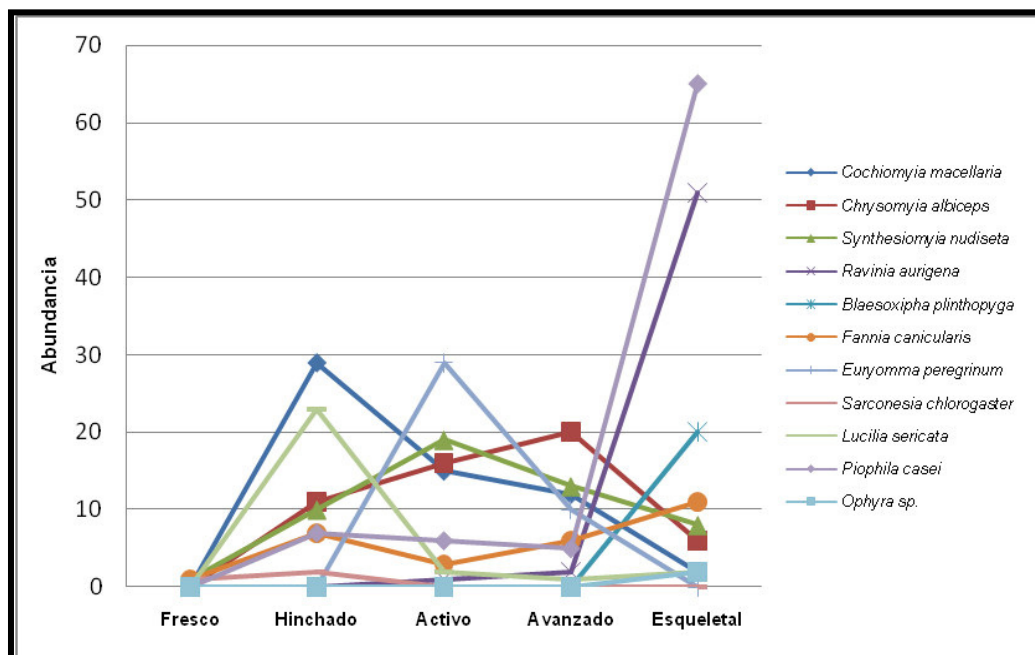


Figura 22a. Fluctuación poblacional adulta de las diferentes especies de dípteros presentes durante la época II (primavera – verano – otoño). Cerdo T3.

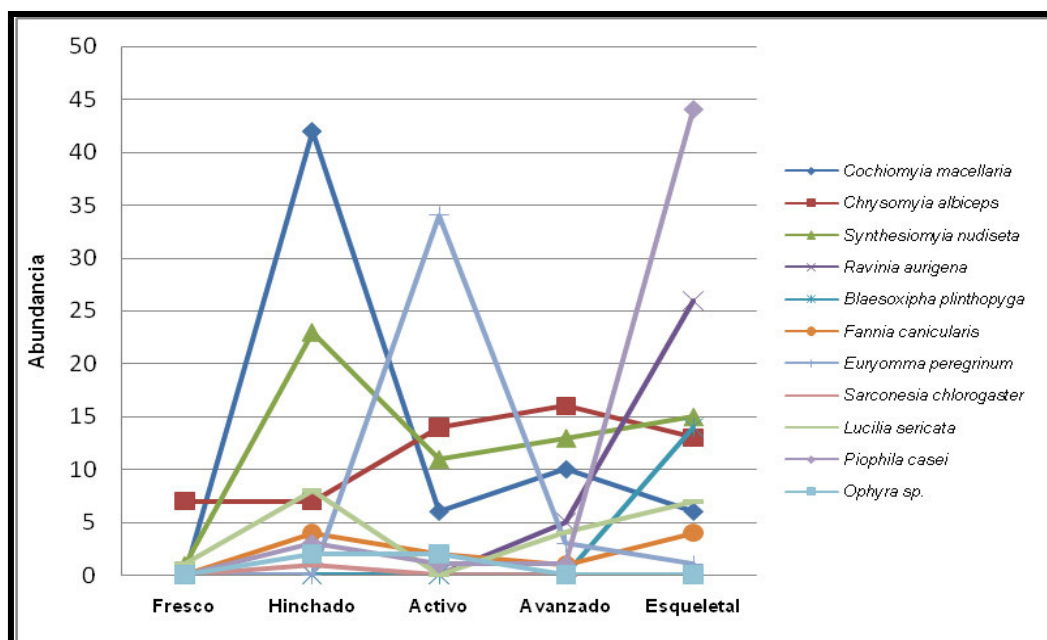


Figura 22b. Fluctuación poblacional adulta de las diferentes especies de dípteros presentes durante la época II (primavera – verano – otoño). Cerdo T4.

Las familias del orden Coleoptera, Dermestidae y Cleridae fueron los grupos predominantes en ambos cadáveres. Los primeros individuos aparecieron a partir

de la etapa hinchada, activa, activa avanzada y permanecieron en el cuerpo durante toda la etapa esquelética; *Dermestes frischii* fue la especie con mayor número de individuos en tanto que *Dermestes maculatus* se registraron solo algunos especímenes. De la familia Cleridae la especie predominante fue *Necrobia rufipes*, que junto con *D. frischii*, aumentaron en la etapa activa avanzada y se mantuvieron durante toda la etapa esquelética. El estadio larval de *D. frischii* aparece en el estado de descomposición activo y se mantiene hasta el estado esquelético. *D. maculatus* y *N. rufipes*, en estadio larval sólo son registradas en la etapa esquelética. De la familia Histeridae se registró a *Hister* sp., *Euspilotus* sp. y el género *Xerosaprinus*, con tres morfoespecies, en el cerdo T3 se registro a *Xerosaprinus* sp1 y *Xerosaprinus* sp2 ambas especies se presentaron de forma esporádica durante los estados de descomposición hinchado, activo, activo avanzado y esquelético, en el cerdo T4 se registro a *Xerosaprinus* sp3 además de las otras dos morfoespecies las cuales fueron registradas en el estado hinchado, activo y activo avanzado menos en el estado de descomposición esquelético (Figuras 23a, 23b, 41a,b,c,d,e, 42a,b,c,d, 43a,b, Anexo F,G).

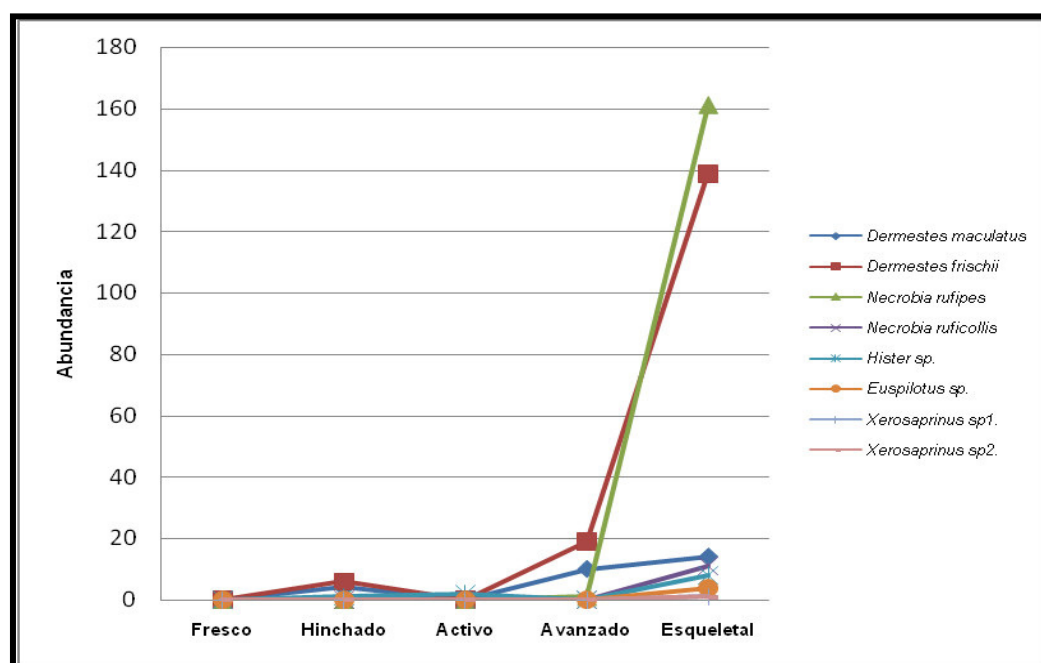


Figura 23a. Fluctuación poblacional adulta de las diferentes especies de coleópteros presentes durante la época II (primavera – verano – otoño). Cerdo T3.

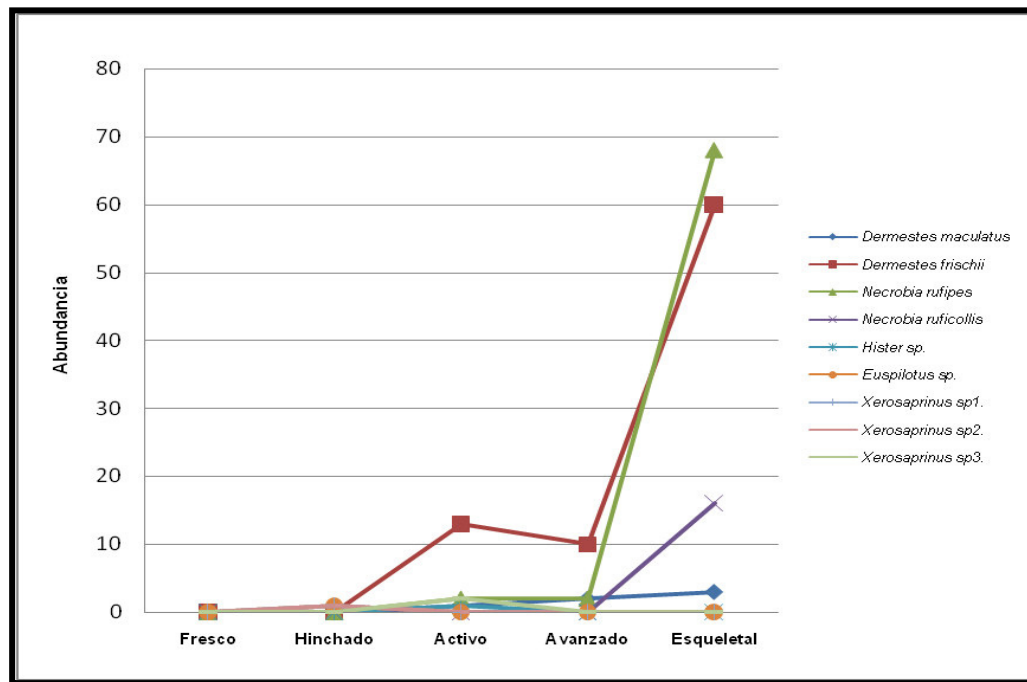


Figura 23b. Fluctuación poblacional adulta de las diferentes especies de coleópteros presentes durante la época II (primavera – verano – otoño). Cerdo T4.

Otro orden de insectos que estuvo presente fue Hymenoptera. Dentro de este grupo se pudo evaluar a la familia Formicidae, encontrando a individuos de los géneros *Pheidole* y *Brachymyrmex* en los cinco estados de descomposición, en ambos cerdos, ambos géneros son importantes por su comportamiento necrófilo. Otras de las especies que mostraron un rol depredador en el cadáver fueron *Myrmeleon formicarius* y *Musonia* sp., que estuvieron presentes durante toda la etapa esquelética, en ambos cerdos. También se registró a varias especies de arañas en el cerdo T3, sólo durante la etapa esquelética, se registró a la familia Salticidae (Araneae) identificándose a *Sitticus canus*, *Phiale* sp., *Dendryphantes* sp. y *Frigga crocuta* así como también se registró a *Gasteracantha cancriformis* de la familia Araneidae y una especie de la familia Philodromidae; en el cerdo T4 se registró a *Sitticus canus* en los estados de descomposición fresco, activo y esquelética, además se registró durante esta última fase de descomposición a *Phiale* sp., *Dendryphantes* sp. y a *Sitticus* sp., además de una especie de las familias Anyphaenidae y Theridiidae, (Figura 24, 44, 45, 46, 47, Anexo F,G).

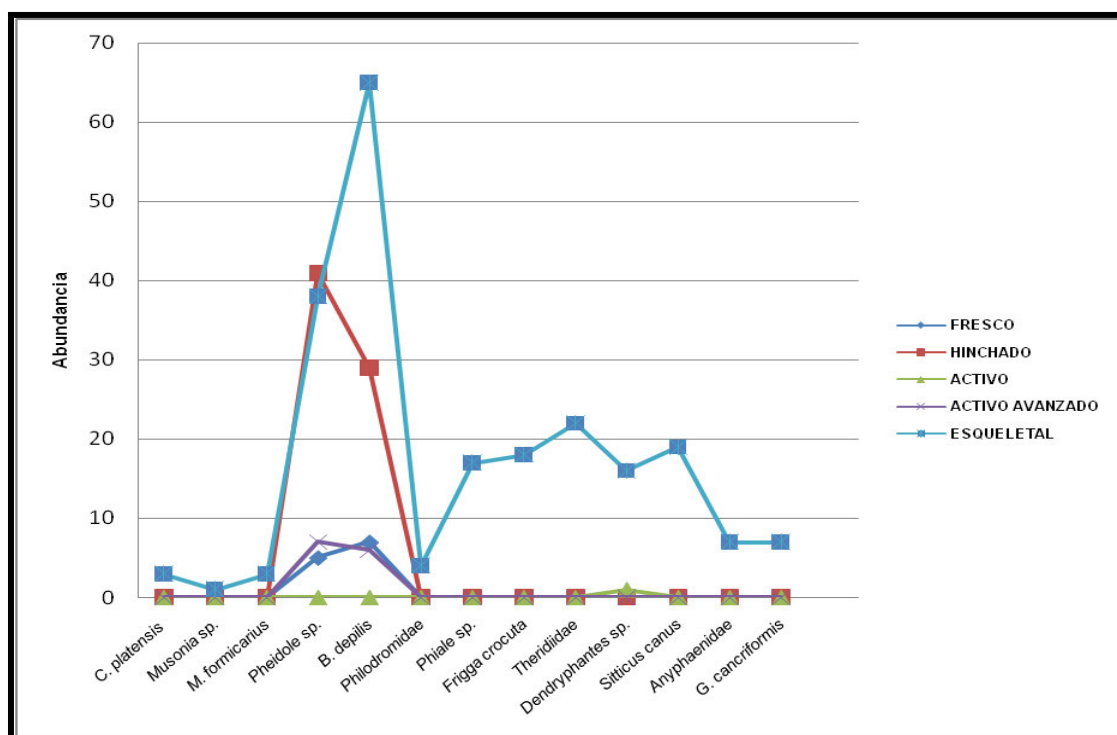


Figura 24. Fluctuación poblacional de otros artrópodos presentes durante la época II (primavera – verano – otoño). Cerdos T3 y T4.

5.4. ABUNDANCIA DE LA FAUNA CADAVERICA ENCONTRADA EN LAS CARCASAS DE LOS CERDOS EN AMBAS ÉPOCAS DE EVALUACIÓN

5.4.1. Época I

Durante los estados de descomposición se recolectaron en total 1660 especímenes adultos pertenecientes a dos clases de artrópodos: Hexapoda con seis órdenes, trece familias y veintidós especies, y Arachnida con un orden, tres familias y ocho especies. El grupo más abundante fue el orden Diptera con cinco familias seguido por el orden Coleoptera con tres familias y los Hymenoptera con dos familias. Los grupos con menor abundancia fueron los órdenes Mantodea, Neuroptera y Hemiptera (Figuras 25, 26, 27, 28).

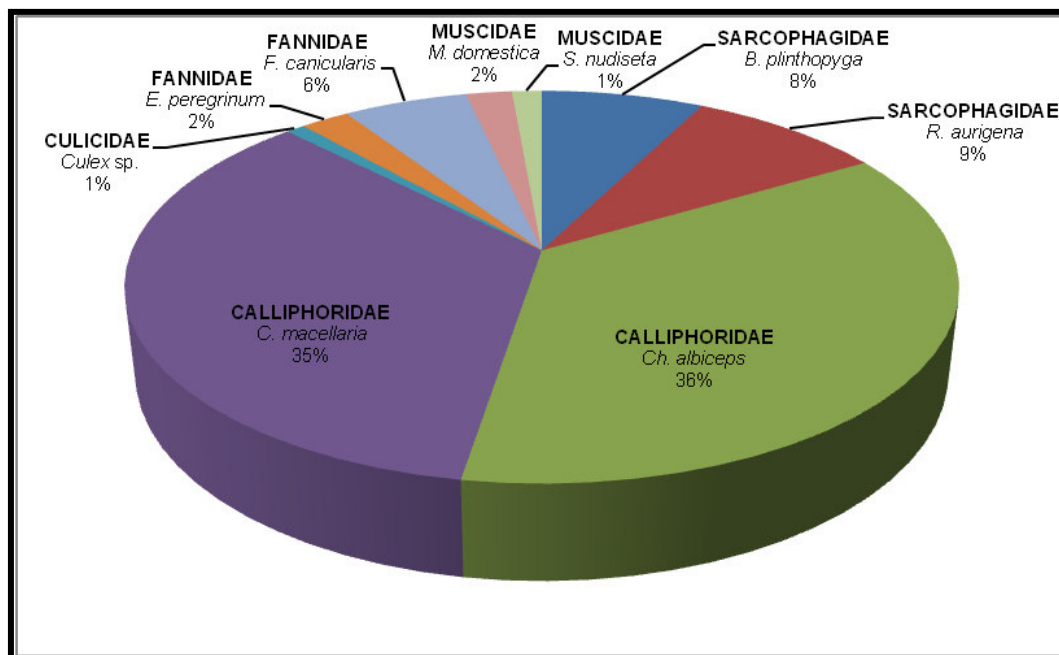


Figura 25. Abundancia relativa del orden Diptera y familias presentes en ambos cerdos de la época I (verano – otoño – invierno).

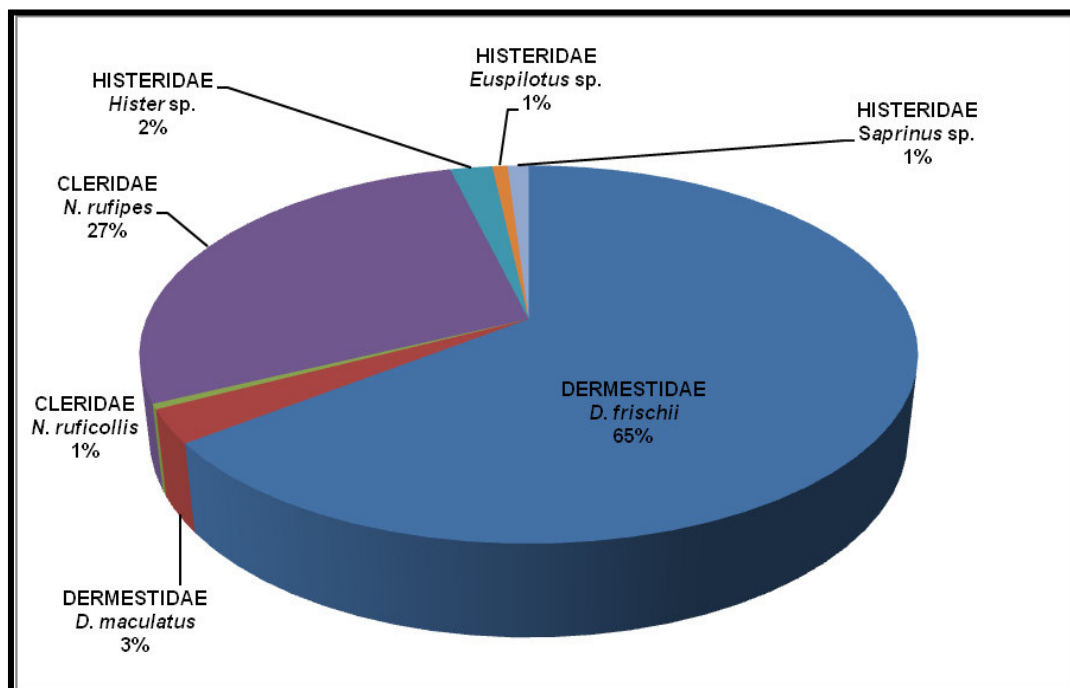


Figura 26. Abundancia relativa del orden Coleoptera y familias presentes en ambos cerdos de la época I (verano – otoño – invierno).

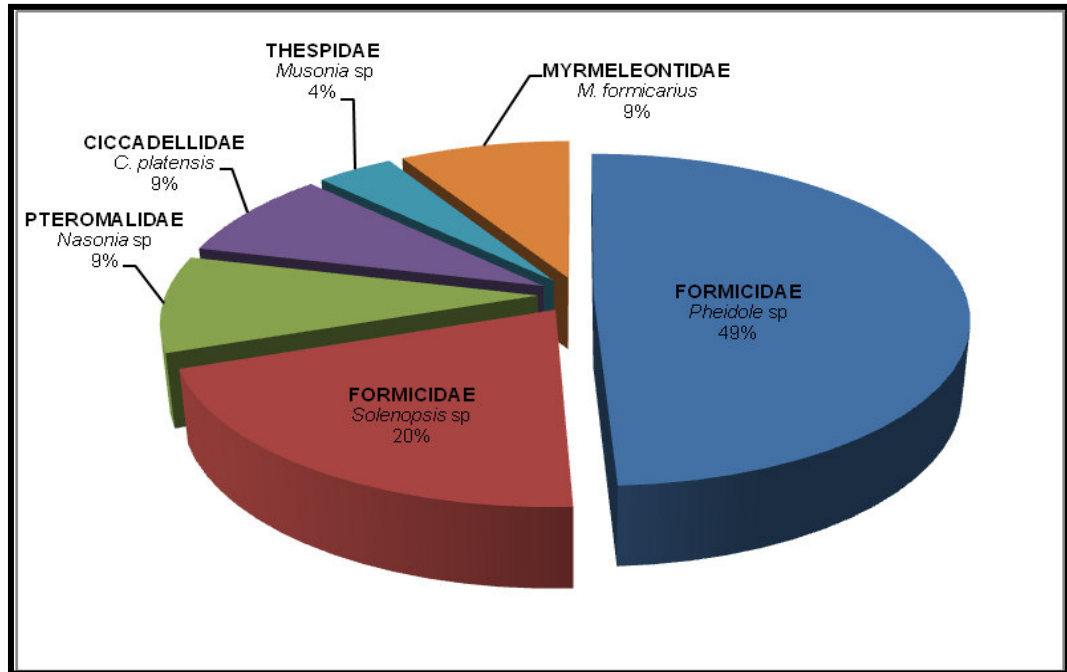


Figura 27. Abundancia relativa de otros órdenes y familias presentes en ambos cerdos de la época I (verano – otoño – invierno).

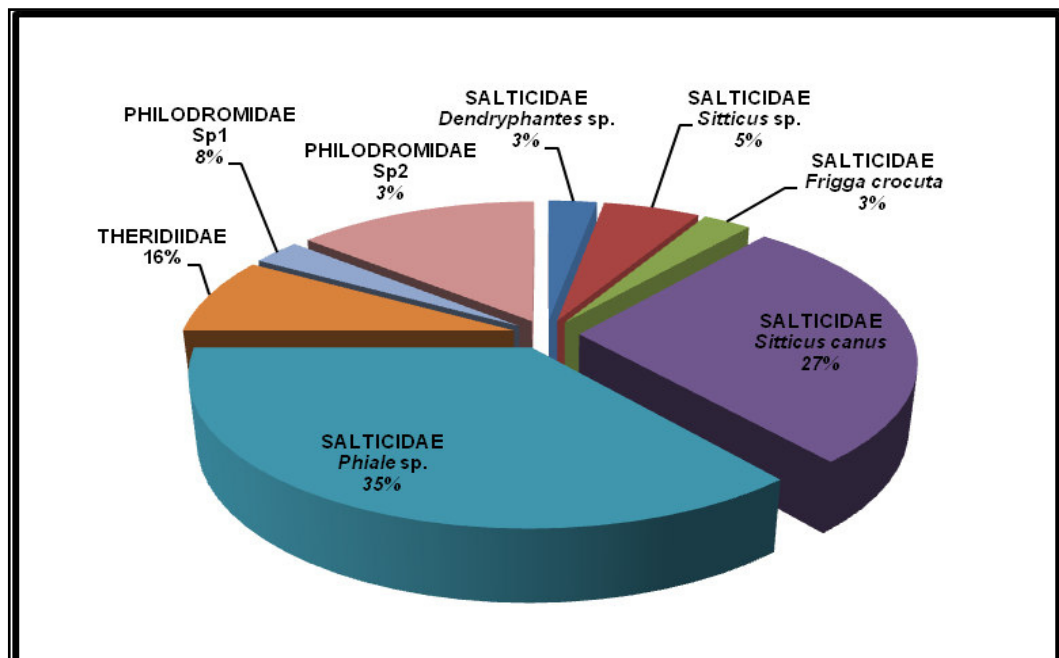


Figura 28. Abundancia relativa del orden Araneae y familias presentes en ambos cerdos de la época I (verano – otoño – invierno).

5.4.2. Época II

Durante los estados de descomposición de esta época se recolectaron en total 1539 especímenes adultos pertenecientes a dos clases de artrópodos: Hexapoda con seis órdenes, catorce familias y veintiocho especies, y Arachnida con un orden, cinco familias y nueve especies. El grupo más abundante fue Diptera con seis familias seguido por el orden Coleoptera con tres familias y Hemiptera con dos familias. Los grupos con menor abundancia fueron los órdenes Mantodea, Neuroptera e Hymenoptera (Figuras 29, 30, 31, 32).

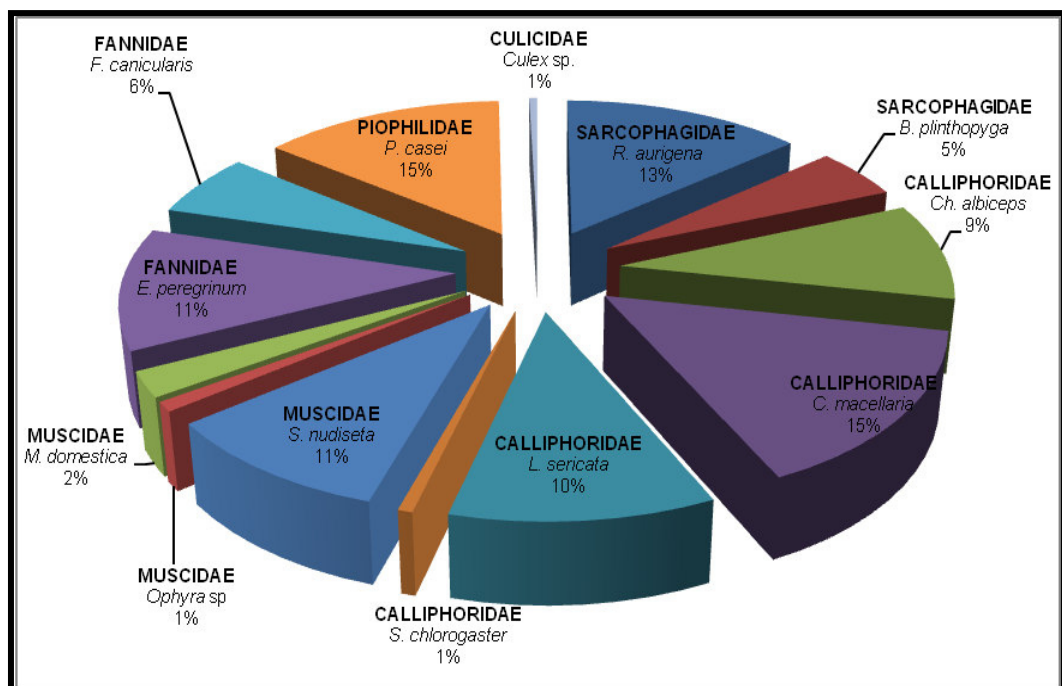


Figura 29. Abundancia relativa orden Diptera y familias presentes en ambos cerdos de la época II (primavera – verano – otoño).

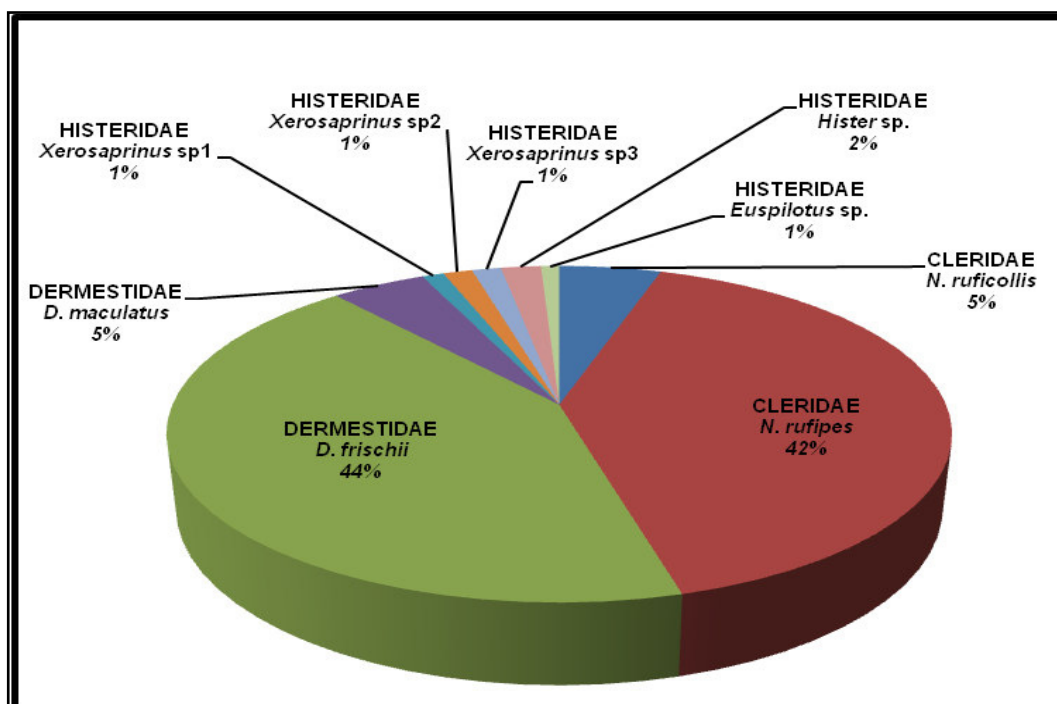


Figura 30. Abundancia relativa del orden Coleoptera y familias presentes en ambos cerdos de la época II (primavera – verano – otoño).

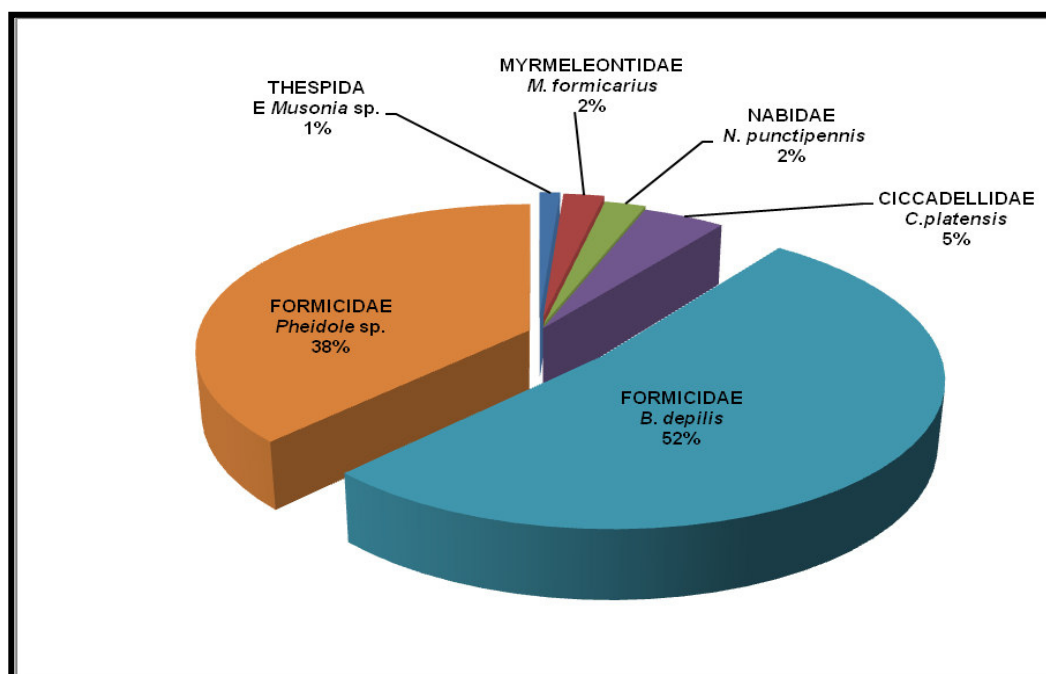


Figura 31. Abundancia relativa de otros órdenes y familias presentes en ambos cerdos de la época II (primavera – verano – otoño).

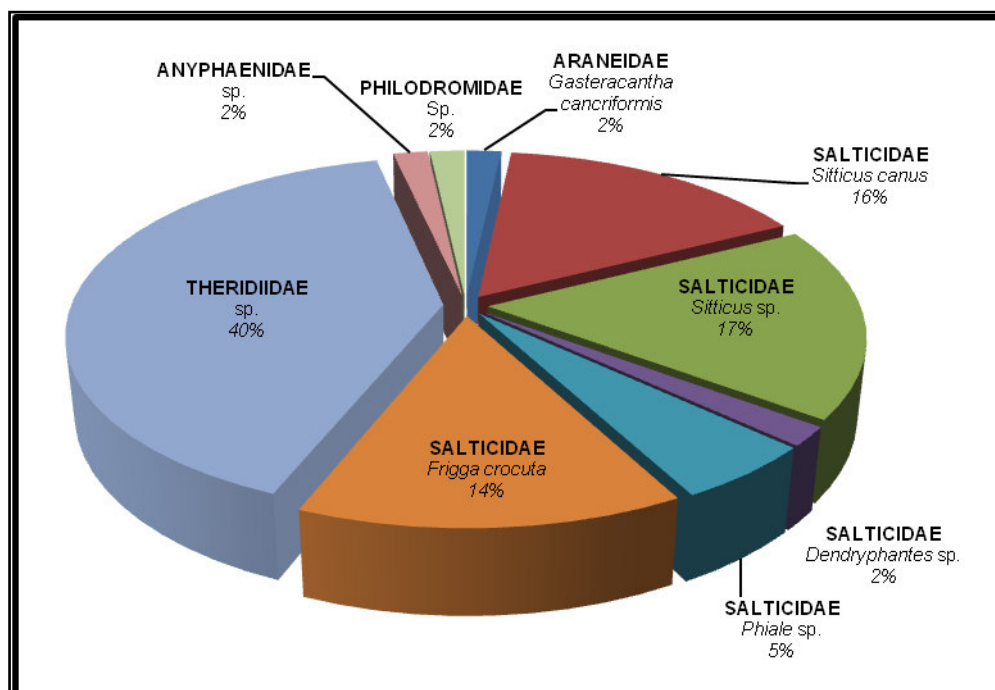


Figura 32. Abundancia relativa del orden Araneae y familias presentes en ambos cerdos de la época II (primavera – verano – otoño).

5.5. ÍNDICES FAUNÍSTICOS

5.5.1. Índices de dominancia y diversidad

A través de los índices de Simpson y Shannon –Wiener se obtuvieron los parámetros para analizar la equitatividad de las comunidades en ambas épocas de evaluación. Se comparó el índice de dominancia de Simpson en ambas épocas y se obtuvo que la época I hubieron más especies dominantes que en la época II. En cuanto a la diversidad, el índice de Shannon – Wiener, arrojó mayor diversidad en la época II en comparación con la época I (Tabla 4).

Tabla 4. Índices de Simpson y Shannon –Wiener según las épocas de evaluación.

Índice	Época I	Época II
Simpson (D)	0,15	0,086
Shannon – Wiener (H)	2,32	2,77

Para la época I el índice de dominancia de Simpson (D) fue, para el estado hinchado de 0,49; activo de 0,31; avanzado de 0,16 y el estado esquelético de 0,17. El índice de diversidad de Simpson (1-D) arrojó 0,50 para el estado hinchado; 0,68 para el activo; 0,83 para el activo avanzado y finalmente 0,82 para el esquelético. El índice de diversidad de Shannon – Wiener (H'), para el estado hinchado fue de 0,96; para el activo 1,44 ; para el estado activo avanzado 2,15 y para el esquelético de 2,26. En la época II, el índice de dominancia de Simpson (D) de las especies encontradas en los estados de descomposición para ambos cerdos fue, para el estado fresco 0,19; para el hinchado de 0,13; para el activo de 0,10; activo avanzado de 0,12 y finalmente para el esquelético de 0,14. El índice de diversidad de Simpson (1-D) arrojó 0,80 para el estado fresco; 0,86 para el estado hinchado; 0,88 para el activo; 0,88 para el activo avanzado y 0,85 para el esquelético. En cuanto al índice de diversidad Shannon – Wiener (H'), para el estado fresco de 1,85; para el estado hinchado 2,21; para el activo 2,55; para el activo avanzado 2,36 y para el esquelético de 2,42 (Tabla 5).

Tabla 5. Índices de Simpson y Shannon –Wiener, en relación a las especies de artrópodos en los estados de descomposición. Época I y II.

Indíces/E.D	Fresco		Hinchado		Activo		Avanzado		Esqueletal	
Época	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Simpson (D)	0	0,19	0,49	0,13	0,31	0,11	0,16	0,12	0,17	0,14
Simpson (1-D)	0	0,80	0,50	0,86	0,68	0,88	0,83	0,88	0,82	0,85
Shannon-Wiener (H')	0	1,85	0,96	2,21	1,44	2,55	2,15	2,36	2,26	2,42

5.5.2. Curva de acumulación

Dentro de los métodos no paramétricos se encontró que en los estimadores basados en la abundancia (Chao 1) fue mayor para la época I y menor para la época II; en la incidencia (Chao 2), Jackknife 1 y Jackknife 2 los resultados fueron iguales para ambas épocas. En promedio la curva de acumulación para la época I fue de 91% y para la época II fue de 90%, siendo los porcentajes presentados considerados adecuados lo que demuestra un buen esfuerzo de muestreo (Tabla 6, Figura 33a,b).

Tabla 6. Riqueza estimada (Estimadores No paramétricos) en la época I y II.

Estimador	Época I	Época II
Chao 1	97	91
Chao 2	95	95
Jackknife 1	87	87
Jackknife 2	86	86
Promedio	91	90

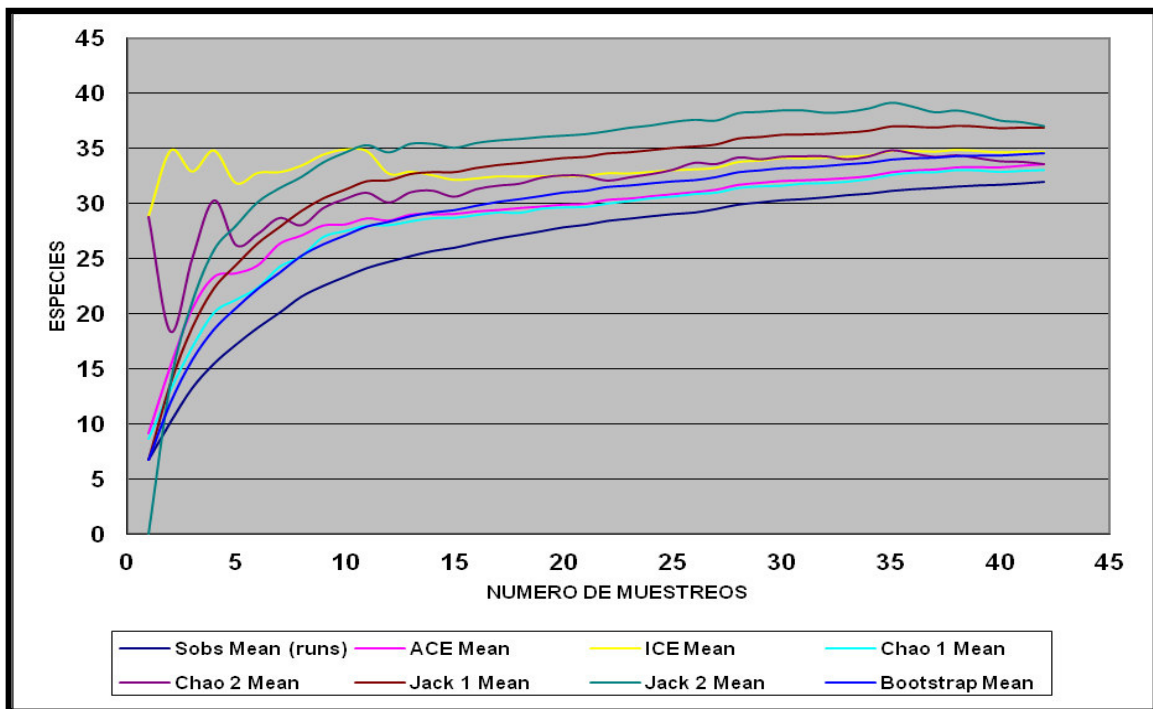


Figura 33a. Curva de acumulación de especies de la época I (verano – otoño – invierno).

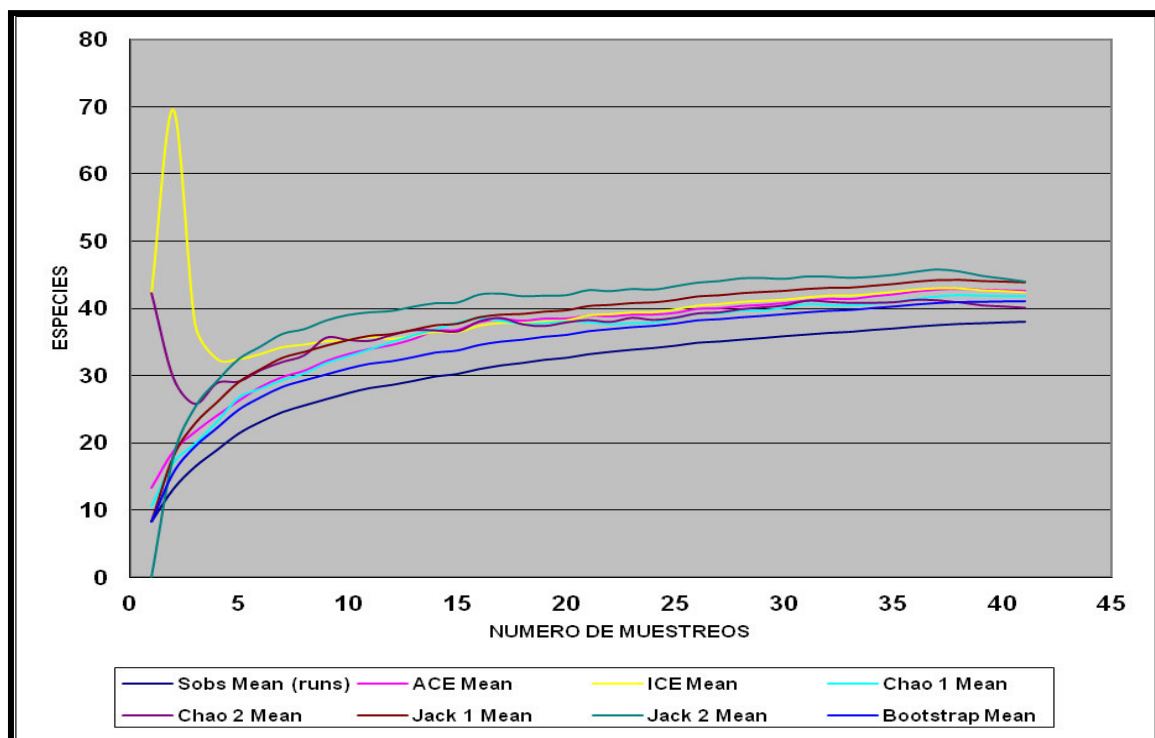


Figura 33b. Curva de acumulación de especies de la época II (primavera – verano – otoño).

5.5.3. Índice de similitud

El índice de Bray-Curtis en la época I mostró mayor similitud entre los estados de descomposición hinchado y activo, uniéndose a éste el estado avanzado y posteriormente el esquelético, mostrando una tendencia de los estados de descomposición a agruparse ordenadamente (Figura 34).

En la época II, el dendrograma mostró una mayor similitud entre los estados de descomposición activo y activo avanzado, seguido por el estado hinchado, fresco y finalmente el esquelético (Figura 35).

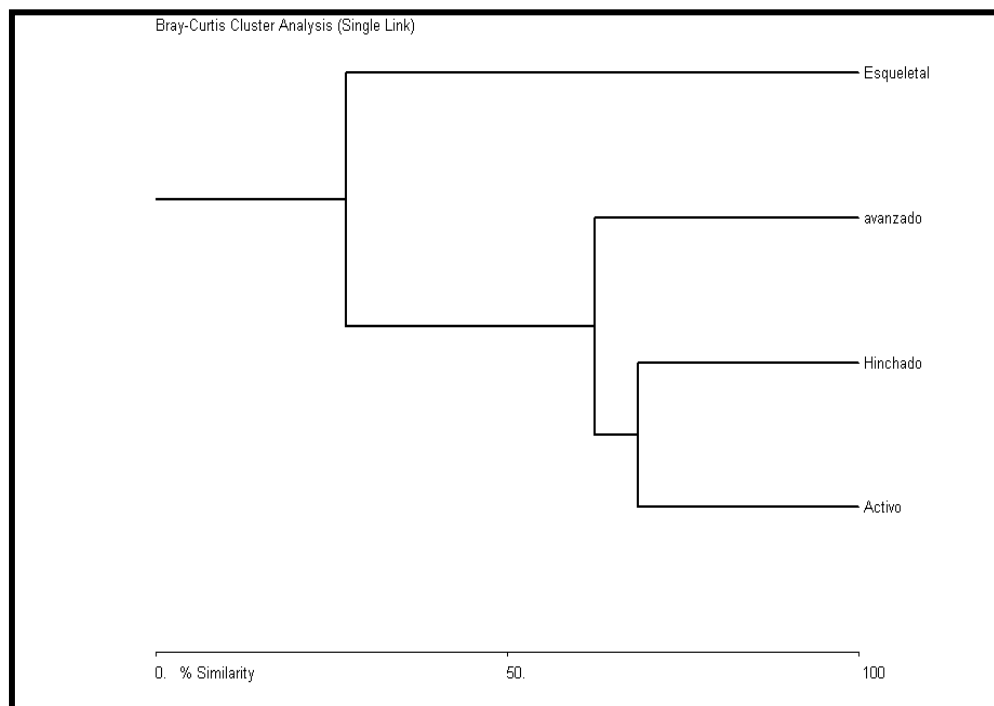


Figura 34. Dendrograma según Bray-Curtis entre los estados de descomposición y las diferentes especies de insectos en la época I (verano – otoño – invierno).

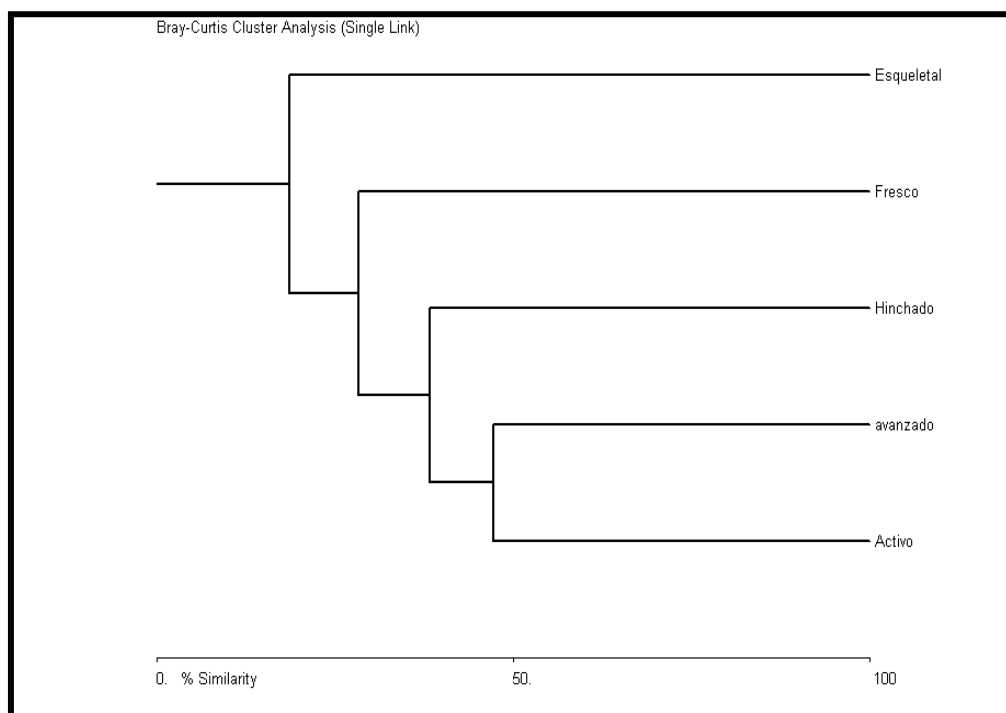


Figura 35. Dendrograma según Bray-Curtis entre los estados de descomposición y las diferentes especies de insectos en la época II (primavera – verano – otoño).

5.5.4. Análisis de componentes principales

Para obtener la matriz de componentes principales primero se elaboró un gráfico de sedimentación (Scree plot) que nos permitió determinar el número de componentes principales, para nuestro estudio determinó 4 componentes (Figura 36), esto agrupó a las variables que se encuentran más correlacionadas. En el primer componente agrupó a *L. sericata*, *S. nudiseta*, larvas de *C. macellaria* y fase de descomposición; en el segundo componente: larvas de *Ch. albiceps*, *Ch. albiceps*, temperatura ambiental y *C. macellaria*; en el tercer componente: Larvas de *D. frischii* y *N. rufipes* y en el cuarto componente a humedad y *D. frischii* (Figura 37).

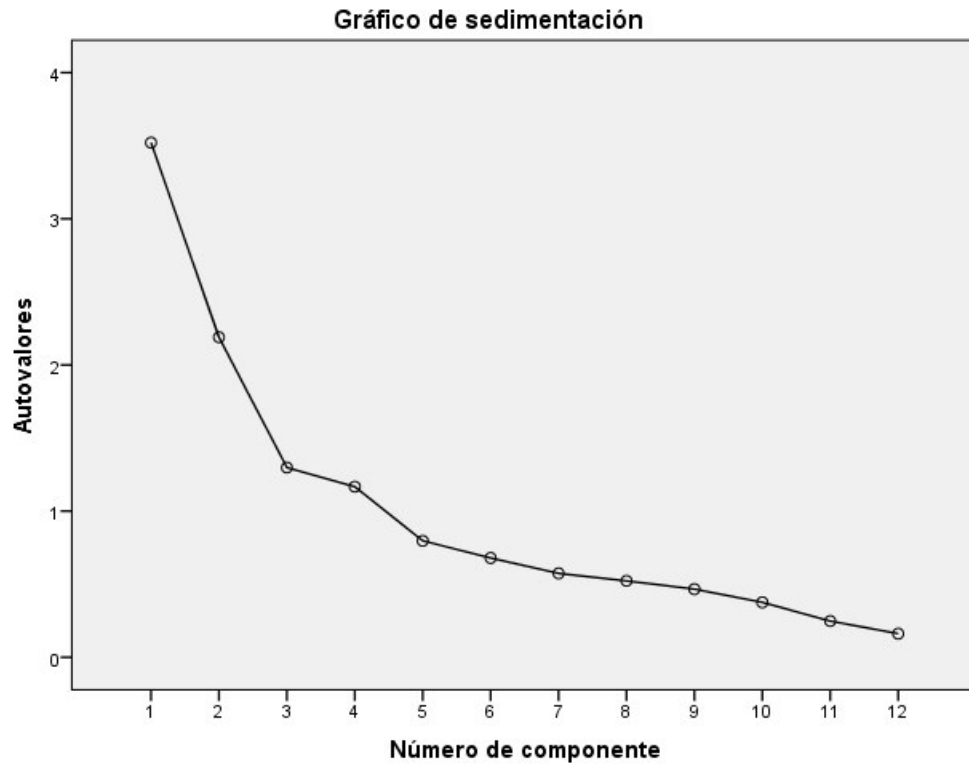


Figura 36. Análisis de Componentes principales. Gráfico de sedimentación. (Scree Plot).

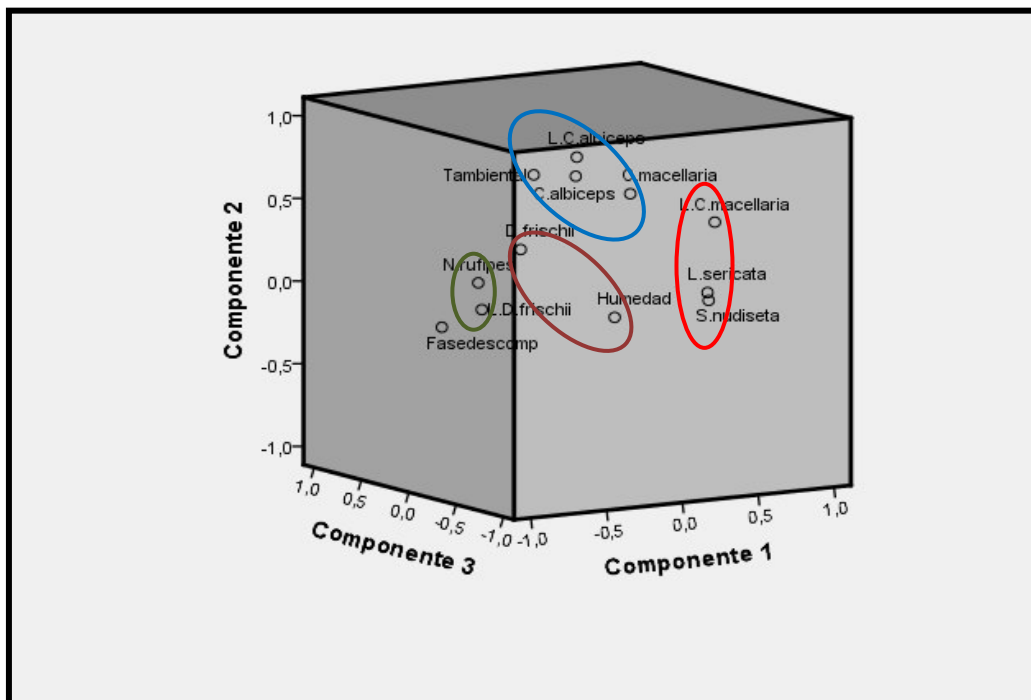


Figura 37. Análisis de Componentes principales. Variables correlacionadas en ambas épocas de evaluación.

5.6. SUCESIÓN LARVAL Y RECOLECCIÓN, CRIANZA E IDENTIFICACIÓN EN AMBAS ÉPOCAS DE EVALUACIÓN

Durante la época I se recolectaron en total 4 044 larvas de diferentes especies en ambos cerdos (T1 y T2), de las cuales se tomaron 384 para la identificación y crianza en laboratorio. Luego de emergidos los adultos se procedió a corroborar la identificación antes obtenida.

En esta época no se pudo tomar muestras en el estado de descomposición fresco debido a que fue muy corto por las altas temperaturas registradas durante la estación de verano.

En la época II de evaluación se recolectaron en total 4 588 larvas de diferentes especies en ambos cerdos (T3 y T4), de las cuales se tomaron 457 para la identificación y crianza en laboratorio.

5.7. LARVAS RECOLECTADAS EN LOS CADÁVERES DE LOS CERDOS Y CRIADAS EN EL LABORATORIO

En la época I, la temperatura ambiental en el laboratorio fue de 26,5°C – 28,9°C y la HR fue de 79 - 91%. Las larvas criadas hasta el estado adulto pertenecieron a las especies *Cochliomyia macellaria* y *Chrysomya albiceps*. El porcentaje de emergencia total fue 93,5% del cual el 64,3% corresponde a *C. macellaria* y 35,7% a *Ch. albiceps*.

En la época II, la temperatura ambiental en el laboratorio fue de 16,5°C – 24,6°C y la HR fue de 89 - 95%. En esta época la fauna cadavérica fue más variada encontrándose entre las larvas criadas hasta el estado adulto especies de diferentes familias: *C. macellaria*, *Ch. albiceps*, *Lucilia sericata*, *S. nudiseta* y *R. aurigena*. El porcentaje de emergencia total fue de 88,3% del cual el 15,8% corresponde a *C. macellaria*, 10,5% a *Ch. albiceps*, 5,3% a *L. sericata*, 57,9% a *S. nudiseta* y 10,5% a *R. aurigena*.

ÉPOCA I			ÉPOCA II	
Familias de dípteros	Calliphoridae		Calliphoridae Muscidae Piophilidae Sarcophagidae	
Familias de coleópteros	Dermestidae Cleridae		Dermestidae Cleridae	
ESTADOS DE DESCOMPOSICIÓN	Especie	Cantidad	Especie	Cantidad
Fresco	-----		C. macellaria S. nudiseta	25 17
Hinchado	C. macellaria	127	C. macellaria S. nudiseta R. aurigena	967 129 6
Activo	C. macellaria Ch. albiceps	344 254	C. macellaria S. nudiseta D. frischii	206 110 22
Activo avanzado	C. macellaria Ch. albiceps	234 550	C. macellaria S. nudiseta D. frischii	114 142 191
Esqueletal	Ch. albiceps D. frischii D. maculates N. rufipes	436 2068 25 6	C. macellaria S. nudiseta P. casei D. frischii D. maculatus N. rufipes	62 109 28 2340 12 108
TOTAL DE LARVAS RECOLECTADAS		4 044	4 588	

5.8. HALLAZGOS DURANTE EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN, ESPECIES NO REPORTADAS EN OTRAS INVESTIGACIONES REALIZADAS EN EL PERÚ

Euryomma peregrinum (Meigen, 1826) (Fannidae). Esta especie no ha sido registrada previamente por Iannacone (2003) ni por Peceros (2011); fue corroborada por la Dra. Martha Cecilia Domínguez, CONICET Centro Científico Tecnológico, Mendoza – Argentina.

Genero *Nasonia* (Pteromalidae), himenóptero encontrado parasitando pupas de dípteros, esta especie aun no está registrada para el Perú; fue corroborada por la MSc. Elizabeth Núñez bióloga del Programa Nacional de Control Biológico - SENASA del Ministerio de agricultura del Perú.

VI. DISCUSIÓN

6.1. INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN LOS ESTADOS DE DESCOMPOSICIÓN Y LA FAUNA CADAVERICA EN AMBAS EPOCAS DE EVALUACIÓN

En ambas épocas de evaluación la temperatura ambiental influyó directamente en la fauna larval colonizadora de los cuerpos, reflejada en el aumento de la temperatura corporal con respecto al aumento de la temperatura ambiental (Figura 18), ambas variables están fuertemente relacionadas, además, éstas muestran diferencias significativas (Tabla 1, 2 y 3). Guarín-Vargas (2005) señaló que durante el estado fresco y el hinchado, la autólisis y la actividad anaeróbica bacteriana son precursoras del aumento de la temperatura. Castillo-Miralbes (2002) afirma que el incremento de la temperatura en los cadáveres de cerdos se debe al metabolismo de las bacterias y a las larvas de dípteros. Según Shean *et al.* (1993) el autocalentamiento y la capacidad de disipación de calor de las masas larvales son factores determinantes en el desarrollo. Castillo-Miralbes (2002) registra grandes diferencias entre la temperatura interna de las masas de larvas y la temperatura ambiental influyendo sobre los estados inmaduros de las larvas de los dípteros que allí se alimentan. Joy *et al.* (2002) demostraron que las agregaciones del segundo estadio aumentan notablemente las temperaturas de las masas larvales sobre la temperatura ambiental. Así mismo, Yusseff (2007) afirma que la temperatura alta se debe a que las larvas se crían juntas en grandes números y se mueven en torno al cadáver generando este calor corporal, además sostiene que la temperatura ambiental es muy importante para el desarrollo larval porque el incremento de la temperatura reduce el tiempo de desarrollo total y la duración de cada estadio larval.

La instalación de los cadáveres en el campo en la época I fue en la estación de verano, donde se presenta las más altas temperatura del año a diferencia de la época II que fueron colocados en la estación de primavera, época con temperaturas aun bajas; según Anderson (2000), las especies de insectos que acuden a los cadáveres en descomposición son influenciadas por las estaciones del año y por las condiciones ambientales particulares de cada lugar, como la

exposición solar, la temperatura y la humedad. Estas condiciones ambientales influyeron en el tiempo de descomposición de los cuerpos, observándose que durante la época I los procesos de descomposición constaron de cuatro estados para ambos cerdos, debido a las altas temperaturas ambientales la etapa de fresca no fue registrada. Según Guarín-Vargas (2005), las variaciones en la duración de los estados de descomposición se podrían deber a las características particulares de cada sitio. Entre ambos cerdos colocados en esta época se dio una variación de siete días para completar el estado esquelético, esto podría deberse a la ubicación de los cerdos, debido a que el primero se localizó más alejado de la playa y rodeado de mayor vegetación, en comparación con el segundo que se ubicó más cercano a la playa y rodeado de poca vegetación. Las condiciones del cerdo T2 pudieron acelerar el estado de esquelización debido a que la exposición solar actúa como un catalítico que estimula la actividad larval como sostienen Shean *et al.* (1993). A pesar de la diferencia existente en nuestra investigación, ambos cerdos iniciaron la etapa esquelética a los ocho días. En cambio en la época II las bajas temperaturas ambientales registradas para esta época hicieron que los cerdos permanecieran en estado fresco y luego en estado hinchado por más días, esto trajo consigo la dificultad para tomar la temperatura corporal abdominal ya que los órganos internos no eran visibles aún, según Castillo-Miralbes (2002) las temperaturas bajas pueden afectar los estados de descomposición. En esta época los estados de descomposición fueron cinco. Early & Goff (1986) reporta cinco estados de descomposición con duración variable entre las áreas de estudio; Tullis & Goff (1987) también mencionan cinco estados de descomposición, al igual que Carvalho *et al.* (2004), aunque existieron ciertas variaciones en la duración de las etapas (días) específicamente en el estado fresco e hinchado en ambos cerdos. Los dos cerdos (T3 y T4) iniciaron el estado esquelético el día 24, el cerdo T4 fue el primero en completar el estado esquelético.

6.2. SUCESION Y ROL DE LA FAUNA CADAVERICA EN LAS CARCASAS DE LOS CERDOS

Los primeros dípteros en colonizar los cuerpos durante la época I correspondieron a *Cochliomyia macellaria*, la primera especie en arribar y en dejar sus posturas en las zonas naturales. Muchos autores lo consideran el invasor primario de la carroña (Centeno, 2002). Yusseff (2007) indica que esta especie posee un comportamiento que le confiere grandes ventajas, debido a que oviposita primero sobre el cadáver y disminuye en gran medida la competencia interespecífica, especialmente durante las etapas tempranas del desarrollo larval, cuando es más susceptible a depredación por parte de otras larvas, principalmente del género *Chrysomya*. La llegada de *Chrysomya albiceps* se registró también durante los primeros días, sólo se evaluó larvas al tercer día durante el estado de descomposición activo. Según Wells & Greenberg (1994), esta especie tiene un impacto negativo sobre las especies nativas, disminuyendo drásticamente la abundancia de éstas; así mismo Ortloff-Trautmann *et al.* (2013) indican que *Ch. albiceps*, luego de ser introducida de África al Nuevo Mundo a través de Brasil, ha tenido un fuerte impacto en la abundancia de los dípteros endémicos, y que su capacidad depredadora facultativa y el comportamiento agresivo durante su etapa larvaria puede alterar la composición de especies de dípteros que se desarrollan en un cadáver. El comportamiento que presenta *C. macellaria* en el campo es aparentemente exitoso debido a que logra colonizar primero el cadáver y completa el ciclo a pesar de lo expuesto por Liria-Salazar (2006), quien afirma que *Ch. albiceps* posee una gran capacidad competitiva respecto a *C. macellaria*.

En la época I *Synthesiomyia nudiseta* (Muscidae) fue registrada sólo en la etapa esquelética observándose adultos y no estados larvales, en cambio, en la época II fue uno de los dípteros colonizadores registrada desde la etapa de descomposición fresca y se mantuvo hasta el inicio de la fase de descomposición esquelética; en la fase fresca e hinchada la densidad poblacional de los individuos adultos siempre estuvo por debajo de *C. macellaria*, sin embargo, en las siguientes etapas: activa, activa avanzada y esquelética la densidad fue mayor, con relación al estado larval, sólo supera a *C. macellaria* en la etapa activo

avanzada, sin embargo, la colonización de los cadáveres se dio desde la primera fase de descomposición, esto puede estar relacionado a la alta humedad ambiental debido a las ligeras precipitaciones producidas en esta época, lo cual, concuerda por lo expuesto por Calderón-Arguedas *et al.* (2005) quienes señalan que las condiciones de alta humedad en una estación lluviosa favorece la ovoposición de *S. nudiseta*. Liria-Salazar (2006) señala la importancia de la cuantificación larval de esta especie en la estimación del intervalo post-mortem, debido a que este Muscidae es común en la región Neotropical y su rol trófico es esencialmente necrófago, además, Barbosa *et al.* (2009) señalan que por sus hábitos alimenticios intervienen en los procesos de descomposición de cadáveres. *C. macellaria* fue una de las especies más activas que colocó varias masas de huevos sobre el cadáver, logrando colonizarlo, el comportamiento de esta especie con respecto a *S. nudiseta* es aparentemente competitivo debido a que ambas especies colonizaron los cadáveres de cerdos durante las primeras horas de instalados en el campo. Los adultos de *Ch. albiceps* fueron observados sobrevolando los cadáveres, además se registró baja incidencia de estadios larvales, este comportamiento está relacionado con las temperaturas relativamente bajas registradas en esas fechas de evaluación según Guarín-Vargas (2005), *C. macellaria* y *Ch. albiceps* son susceptibles a cambios de temperatura. Byrd & Castner (2001) agregan que prefieren ambientes calientes y húmedos, así mismo, Greenberg & Povolny (1971) caracterizan a *Ch. albiceps* como una especie con preferencia a ovipositar en condiciones de temperatura y de humedad alta. Varios autores, entre ellos Liria-Salazar (2006) le atribuyen una gran capacidad competitiva frente a otros Calliphoridae, mas no comentan sobre el comportamiento de *Ch. albiceps* frente a la *S. nudiseta* como fue nuestro caso; por lo tanto, la condición ambiental se refuerza, es decir, que la alta humedad y las bajas temperaturas (Ortloff-Trautmann *et al.*, 2013) sean factores determinantes para su poca presencia y baja ovoposición en los cadáveres. Según Vergara-Pineda *et al.* (2012) es posible que en comunidades naturales sobre hábitats efímeros se incluyan varias especies que difieren fuertemente en sus habilidades para competir, y es posible que las especies menos competitivas sean eliminadas primero de la comunidad.

En ambas épocas de evaluación, se encontró que *C. macellaria* y *Ch. albiceps*, están muy correlacionados con la temperatura ambiental; esto es observado en la matriz de componente principales donde se agrupan en un mismo componente principal (Anexo H).

Sólo en la época II, se registraron adultos de *Lucilia sericata* sobrevolando los cadáveres y una baja incidencia de larvas. Para Centeno (2002), *L. sericata* es un ectoparásito facultativo y colonizador pionero de cadáveres; sin embargo, en esta investigación *L. sericata* aparece desde la etapa fresca en el cerdo T4 y en T3 recién en la etapa hinchada, en ambos cerdos esta especie se mantuvo de forma intermitente durante las siguientes etapas y se registró adultos sobrevolando los cadáveres hasta las primera fechas de la etapa esquelética. Otro de los Calliphoridae encontrados en esta época fue *Sarconesia chlorogaster*, especie que sólo fue registrada durante las etapas de descomposición fresca y la hinchada, no se encontró en etapas posteriores, además, sólo se registró adultos que visitaron los cadáveres y no ovipositaron, debido a que en el material recuperado en el laboratorio no hubo emergencia de ningún adulto de esta especie. *S. chlorogaster* fue registrada por Oliveira-Costa *et al.* (2013) sólo en la estación de otoño, e indican que es una especie que busca climas templados. *Piophilina casei* fue otra de las especies registradas, se observó pupas y larvas fácilmente reconocidas en el campo por su comportamiento, ya que tienden a sujetar las papilas posteriores con sus piezas bucales y soltarlas bruscamente; esto les permite dar saltos de varios decímetros como indica Centeno (2002). Wolff *et al.* (2001) encontraron larvas de *P. casei* asociadas a restos de un cerdo durante los estados finales de la descomposición activa, y durante el estado de putrefacción esquelética. Esto concuerda con nuestros hallazgos en campo, ya que esta especie se presentó desde la tercera fecha del estado hinchado y se mantuvo durante los siguientes estados de descomposición hasta completar el estado esquelético. Se recolectaron larvas y buena cantidad de pupas ubicadas sobre las carcasas, que fueron instaladas en el laboratorio para su emergencia, sin embargo, no se pudo obtener adultos de este material, esto se debió quizás a la manipulación en campo o al cambio de condiciones ambientales.

En ambas épocas de evaluación se registró a *Blaesoxipha plinthopyga* y *Ravinia aurigena*, dípteros de la familia Sarcophagidae, la primera fue registrada durante todas las etapas de descomposición cadavérica de forma esporádica durante la época I, en cambio, en la época II se la observó sólo en la etapa esquelética, a diferencia de Jirón *et al.* (1983) citados por Buenaventura *et al.* (2009), afirman que *B. plinthopyga* ha sido recolectada en la fase de descomposición hinchada como lo indica también Garcés *et al.* (2004) en Panamá, resultado que no coincide con lo encontrado en nuestra investigación; la diferencia de la presencia de esta especie en los estados de descomposición en ambas épocas de evaluación, se puede deber a las condiciones de bajas temperatura y alta humedad registrada en la época II, condiciones que limitan la presencia de los Sarcophaginae como lo sostienen (Blackith & Blackith, 1994). Con relación a *Ravinia aurigena*, esta especie fue registrada en la época I, a partir de la etapa avanzada y se mantuvo durante toda la etapa esquelética, con un mayor número de adultos, sin embargo, en la época II esta especie fue registrada desde la etapa de descomposición hinchada, según Buenaventura *et al.* (2009) también citan a Castillo-Miralbes (2002), quien ha encontrado en cadáveres de cerdos, conejos y humanos a especies del género *Ravinia* en el estado de descomposición hinchado mientras que Pérez *et al.* (2005) las recolectaron en estado activo, Barros *et al.* (2008) sostienen que la mayoría de Sarcophagidae aparecen durante la fase de hinchamiento hasta la etapa de deterioro de la carcasa, es decir, la etapa de descomposición esquelética. En la época I no se lograron recolectar larvas de ambas especies, en cambio en la época II solo se logró recuperar adultos de *R. aurigena* a partir de seis larvas recolectadas en campo, criadas y emergidas en el laboratorio, durante las evaluaciones no se registró larvas de *B. plinthopyga*.

Musca domestica (Muscidae) es otra especie que se encontró frecuentando las carcasas de los cerdos de forma esporádica en ambas épocas de evaluación, su abundancia fue relativamente baja, presentándose desde el estado fresco hasta el esquelético, al parecer fue básicamente oportunista. Smith (1986) la considera rara en situaciones forenses; su presencia dependería de la existencia de excremento en el entorno, o estaría asociada con perforación en los intestinos.

Con relación a la familia Fannidae, en ambas épocas de evaluación se registró a *Fannia canicularis* durante todas las etapas de descomposición, en cambio a *Euryomma peregrinum* en la época I sólo se la registró durante la etapa esquelética y en la época II durante todas las etapas de descomposición, según Grisales *et al.* (2012) *E. peregrinum* posee comportamiento necrófago. Para Baez-Fumero (1981) estas especies se presentan en cadáveres de vertebrados y con frecuencia en lugares con alta humedad relativa. Según Carvalho *et al.* (2000) las especies de Fannidae son comunes de encontrar en las carcasas de cerdos en Brasil, específicamente a *F. canicularis*. Sólo durante la época I se registro al estadio larval de esta familia.

Los primeros coleópteros en colonizar los cuerpos de los cerdos en ambas época de evaluación fueron individuos de la familia Dermestidae, entre ellos *Dermestes maculatus* y *Dermestes frischii*, en la época I, el primero aparece en la etapa hinchada y el segundo en la etapa activa. Sin embargo, es en la etapa avanzada cuando empiezan a registrarse tanto adultos como larvas de *D. frischii* y *D. maculatus*, la especie predominante fue *D. frischii*. En la etapa esquelética se presentaron ambas especies, sin embargo *D. maculatus* fue esporádica, esto concuerda con lo encontrado por Castillo-Miralbes (2001) que trabajando en Huesca, España afirma que *D. frischii* fue la especie de Dermestidae mayoritariamente evaluada en su investigación, en cambio, en la época II, ambas especies se presentaron por primera vez en la etapa de descomposición hinchada, en la etapa avanzada se registró tanto adultos como larvas de *Dermestes frischii* y *D. maculatus*, siendo *D. frischii* la especie predominante, ambas especies fueron registradas durante toda la etapa esquelética. Según Byrd & Castner (2001) estos escarabajos se asocian a cadáveres en la etapa esquelética de descomposición. Sin embargo, los estudios realizados por Olaya (1999) y Wolff *et al.* (2001), indican su presencia desde el estado de descomposición activa. Algunos autores como Leclercq (1978) y Payne (1965) comentan el retraso en la llegada de los derméstidos a los cadáveres, afirmando que estos colonizan el cuerpo en estados cercanos a la sequedad de todos los tejidos. Ávila & Goff (1998) manifiestan que en sus estudios los derméstidos fueron capturados tempranamente.

La siguiente familia de coleópteros en colonizar los cerdos, en ambas épocas de evaluación fue Cleridae, se presentaron dos especies, *Necrobia rufipes* y *Necrobia ruficollis* de las cuales *N. rufipes* se registró desde la etapa de descomposición activa y se mantuvo en el cuerpo hasta la última fecha de evaluación en ambas épocas de evaluación, en cambio, *N. ruficollis*, en la época I se la observó en la etapa de descomposición avanzada y en la época II en sólo en la etapa esquelética. Según Castillo-Miralbes (2001) los ejemplares de Cleridae aparecen desde los primeros estados de descomposición, estados en que también fueron citados por Byrd & Castner (2000). Según Centeno (2002), los coleópteros del género *Necrobia* se alimentan del cadáver y depredan larvas de Dermestidae y de dípteros; el mismo autor señala que la coexistencia de ambas especies no es rara. Lo expuesto por Centeno cobra importancia debido a que en la matriz de componentes principales, tanto larvas de Dermestidae como adultos de *N. rufipes* se ubican en el mismo componente principal, por lo tanto, existe una alta correlación entre ambas variables (Anexo H). *N. rufipes* fue la especie de Cleridae más abundante en ambos cerdos, esto concuerda con lo expuesto por Castillo-Miralbes (2001) quien afirma que de la familia Cleridae, la especie que se capturó mayoritariamente en todos los ambientes y estaciones fue *N. rufipes*. Sólo en la época II se registró estadios larvales de la familia Cleridae a partir del día cincuenta y nueve después de la instalación, encontrándose en la etapa de descomposición esquelética, sin embargo, Anderson *et al.* (1996) registraron a los estadios larvales de este género a partir del día noventa y cuatro.

De la familia Histeridae en la época I se registraron varias especies, entre ellas *Hister* sp., *saprinus* sp. y *Euspilotus* sp.; los primeros especímenes aparecieron desde la etapa de descomposición activa y se mantuvieron durante todas las etapas de descomposición, hasta las primeras fechas de la etapa esquelética, esto es confirmado en parte por García-Rojo (2004) que trabajando en Alcalá de Henares, España afirma que la familia Histeridae colonizan los cadáveres durante los estados de descomposición hinchada y activa. En la época II se registró a las especies: *Hister* sp., *Euspilotus* sp., *Xerosaprinus* sp1, *Xerosaprinus* sp2 y *Xerosaprinus* sp3. Según Nuorteva (1970), citado por Smith (1986), las especies de Histeridae pueden causar una considerable disminución en el número de muscoideos, además, García-Rojo (2004) señala que son necrófagos y

depredadores de larvas de dípteros; esto fue observado en campo, debido a que el comportamiento alimenticio de los histeridos afectó la población de *Synthesiomyia nudiseta* registrándose una disminución considerable de larvas de este muscoideo. Los especímenes de Histeridae se presentaron desde la etapa de descomposición hinchada hasta la etapa esquelética, según García-Rojo (2004) colonizan el cadáver durante los estados de descomposición hinchada y activa.

Otros insectos que formaron parte de estos ecosistemas durante la época I fueron *Myrmeleon formicarius* (Neuroptera), especie que en estadio larval tiene un comportamiento depredador; así como también algunos representantes del orden Hymenoptera como Formicidae que formaron hormigueros cerca del cadáver. Aquí se registró a dos especies de hormigas: *Pheidole* sp. y *Solenopsis* sp.; según Aballay *et al.* (2008), el género *Pheidole* registra comportamiento necrófilo, es decir, se alimentan de los insectos que tienen comportamiento necrófago como son mayoritariamente larvas de dípteros; otra especie fue *Nasonia* sp. (Pteromalidae), parasitoide de varias familias de dípteros entre las que destacan Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae según Silva *et al.* (2008); Urtiaga & Saloña-Bordas (2015) indican que cuando las hembras encuentran una pupa de díptero apta para la ovoposición, taladran la cutícula, inyectan una sustancia que paralizan o mata al hospedador, colocan sus huevos en el interior y se desarrolla hasta alcanzar la fase adulta, momento en el que emergen para iniciar su ciclo, también sostienen que esta avispa puede parasitar estadios larvales de segundo y tercer instar así como en fase migratoria. Silva *et al.* (2008) también señala que es una especie que depende de factores ambientales tales como: temperatura, humedad, fotoperiodo, especie hospedera y edad del parasitoide hembra; en nuestra investigación fue registrada sobre la fauna larval de dípteros y colectada sólo durante la etapa esquelética. Se observó también la presencia de *Musonia* sp. (Mantodea) siendo su presencia básicamente oportunista. Otra de las familias de insectos que se vio durante las evaluaciones fue *Ciminius platensis* (Hemiptera: Cicadellidae), su presencia fue accidental. En cambio, en la época II la familia Formicidae, se registró de forma esporádica, la especie *Pheidole* sp. apareció desde la etapa de descomposición fresca y se la observó depredando larvas de dípteros. También en la etapa de descomposición fresca se registró a *Brachymyrmex depilis*, ambas especies se mantienen durante todas las etapas de

descomposición. *Nasonia* sp. no fue registrada durante esta época aparentemente por las condiciones climáticas de bajas temperaturas y alta humedad, según Urtiaga & Saloña-Bordas (2015) esta especie es más activa a temperaturas mayores a 25°C.

En la época I se registraron durante la etapa de descomposición esquelética algunas especies de arañas de la familia Salticidae, Theridiidae y Philodromidae; el rol que cumplen estas especies en los restos cadavéricos de los cerdos es comportarse básicamente como depredadores, ya que durante este estado la entomofauna cadavérica fue muy abundante. Las tres familias son reportadas por Arnaldos *et al.* (2005) quienes argumentan que las familias Theridiidae y Salticidae son encontradas en las cuatro estaciones del año pero solo en el estado de descomposición esquelética, esto confirma lo hallado en nuestra investigación. Philodromidae solo fue encontrada en el invierno y en el estado de descomposición esquelética. Durante la época II se registró cinco familias de arañas (Salticidae, Theridiidae, Anyphaenidae, Araneidae y Philodromidae) todas fueron halladas en la etapa esquelética al igual que en la época I.

Microlophus peruvianus (Lesson, 1826) (lagartija peruana), el único vertebrado encontrado, fue observado dentro y fuera de las jaulas, en ambas épocas de evaluación, durante el estado esquelético, aparentemente alimentándose de la fauna necrófaga, necrófila y oportunista, esto está relacionado a una mayor prevalencia de especímenes larvales de la familia Dermestidae. Quispitúpac & Pérez (2009) afirman que *M. peruvianus* evidencia un carácter generalista y oportunista en su dieta, esto también es corroborado por Pérez & Balta (2007), quienes indican que esta lagartija peruana consume principalmente artrópodos. Quispitúpac & Pérez (2009) recalcan la diferencia de distribución espacial entre los individuos adultos y los juveniles de esta especie, afirmando que los adultos por encontrarse en la zona intermareal tienen mayor disponibilidad del consumo de anfípodos, en tanto, los juveniles, por encontrarse más alejados de la playa, tienen que buscar otro tipo de alimento como por ejemplo coleópteros, dípteros y estados larvales de insectos.

6.3. ABUNDANCIA RELATIVA DE LA FAUNA CADAVERICA ENCONTRADA EN LAS CARCASAS DE LOS CERDOS EN AMBAS EPOCAS DE EVALUACIÓN

El orden Díptera fue uno de los más abundantes en ambas épocas de evaluación alcanzando la familia Calliphoridae en la época I un 71% de la población total, esta familia presenta un máximo de abundancia durante las épocas cálidas, según Payne (1965) esta familia es capaz de colonizar ambientes internos principalmente durante las épocas de verano y son los necrófagos con mayor importancia, en cambio, en la época II la familia Calliphoridae tiene un 35% de la población total, las condiciones ambientales de baja temperatura y alta humedad limitan a esta familia, esta época es más diversa al encontrarse trece especies de dípteros en comparación con la época I donde encontramos sólo nueve especies.

Dentro del orden Coleoptera, encontramos a *Dermestes frischii* como la especie más abundante en ambas épocas de evaluación, 65% en la época I y 44% en la época II, seguido por *Necrobia rufipes* con 27% en la época I y 42% en la época II, ambas especies son necrófagas, en cambio la familia Histeridae hace un 4% entre las tres especies que encontramos en la época I y en la época II hace un 6% entre cinco especies, esta familia es básicamente necrófila es decir se alimenta de la fauna colonizante pero también puede actuar como predadora de larvas de dípteros (García-Rojo, 2004).

La abundancia de los otros órdenes, está en relación al comportamiento oportunista y depredador de algunos de ellos es el caso de *Pheidole sp.* (Formicidae) en ambas épocas de evaluación y de *B. depillis* en la época II.

6.4. ÍNDICES FAUNÍSTICOS

6.4.1. Índices de dominancia y diversidad

El grupo predominante durante la sucesión de la fauna cadavérica fue el de los insectos, colectándose en la época I 1660 y en la época II 1539 especímenes adultos, los insectos con mayor importancia fueron los de comportamiento

necrófago, (Catt & Goff, 1992; Iannacone, 2003). En cuanto a los índices de diversidad (Shannon – Wiener) para ambas épocas, la época II fue la más diversa; esto coincide con lo expuesto tanto por Castillo-Miralbes (2002) como por Tantawi *et al.* (1996) quienes afirman que la mayor riqueza de especies se presenta en épocas templadas, condición que se sustentaría con las temperaturas ambientales registradas durante esta época. En relación a los estados de descomposición en la época I, los estados de descomposición avanzado y esquelético presentaron la mayor diversidad de especies, encontrándose especímenes con diferentes roles ecológicos, aparte del necrófago se halló necrófilos, depredadores, omnívoros y accidentales; mientras, en la época II los estados más diversos fueron el activo, activo avanzado y el hinchado este resultado coincide con lo referido por Iannacone (2003), quien afirma que la mayor riqueza la presenta el estado activo.

6.4.2. Curva de acumulación

En promedio la curva de acumulación para la época I fue de 91% y para la época II fue de 90%, siendo los porcentajes presentados considerados adecuados (Jiménez & Hortal, 2003) se determinó que la riqueza obtenida representa una muestra representativa de la fauna cadavérica y por lo tanto las curvas se estabilizan formando una asíntota, además, indica que el número de evaluaciones realizadas, es decir, el esfuerzo de muestreo, es adecuado para obtener la riqueza de especies en cada época de evaluación (Figura 33a,b).

6.4.3. Índice de similaridad

En la época I, cuando se relaciona las especies encontradas en los cinco estados de descomposición, en el dendrograma se agrupan los estados de descomposición de la siguiente manera: hinchado y activo juntos, ambos poseen fauna con una alta similaridad, a los que se une el avanzado y finalmente el esquelético, si comparamos el estado hinchado y el esquelético diremos que la similaridad de la fauna es baja, entonces, la forma de agrupación determina que comparten fauna muy similar entre los estados de descomposición, esto también es sustentado Guarín-Vargas (2005), quien afirma que la relación de las especies

con los periodos de descomposición establece un patrón de similitud más alto entre estados de descomposición cercanos que entre estados de descomposición separados (Figura 34), en cambio, en la época II, los estados que tienen una alta similaridad son el activo y el activo avanzado; a estos se une el hinchado, luego el fresco y finalmente el esquelético. En esta época los estados de descomposición fresco y esquelético presentan especies diferentes, es decir, la similaridad es baja, por lo tanto se alejan de los estados con fauna más similar (Figura 35).

6.4.4. Análisis de componentes principales

En la matriz de componentes principales encontramos agrupadas a las variables que se encuentran correlacionadas. En el primer componente encontramos a individuos adultos de *L. sericata* y *S. nudiseta*, larvas de *C. macellaria* y fase de descomposición, las especies de dípteros que se encuentran correlacionados en este componente participan activamente en la época II, donde se registra cierta competencia de *S. nudiseta* y las larvas de *C. macellaria* ya que esta última se ve disminuida con la presencia de larvas de *S. nudiseta* en la fase de descomposición activo avanzado, *L. sericata* participa de manera intermitente durante todas las fases de descomposición; en el segundo componente los adultos de *C. macellaria* especie nativa de América y *Ch. albiceps* especie introducida de África, esta última desarrolla una gran capacidad para competir con la especie nativa siendo *C. macellaria* desplazada por *Ch. albiceps* y colonizando los cadáveres al encontrarse también larvas de la migrante, la temperatura influye directamente según Guarín-Vargas (2005), *C. macellaria* y *Ch. albiceps* son susceptibles a cambios de temperatura. En el tercer componente las larvas de *D. frischii* y adultos de *N. rufipes* se encuentran correlacionadas ya que ambas especies son necrófagas, según Centeno (2002), los coleópteros del género *Necrobía* se alimentan del cadáver y depredan larvas de Dermestidae y de dípteros y en el cuarto componente la alta humedad favorece el desarrollo de la población de *D. frischii*.

VII. CONCLUSIONES

1. La duración de los estados de descomposición fueron más cortos en la época I (Verano – Otoño – Invierno) tomando entre 40 y 47 días a diferencia de la época II (Primavera - Verano - Otoño) donde fueron de 93 a 100 días.
2. La temperatura ambiental influye directamente en la temperatura corporal de los cadáveres de cerdos durante ambas épocas de evaluación.
3. En la época I, las especies de dípteros colonizadores fueron *C. macellaria* y *Ch. albiceps*, presentes en los estados de descomposición hinchado hasta el esqueletal a diferencia de la época II donde aparecen *S. nudiseta*, *C. macellaria*, *Ch. albiceps* y *L. sericata* durante las cinco etapas de descomposición. El orden Coleoptera apareció a partir del estado hinchado, hasta el esqueletal en ambas épocas de evaluación.
4. Los insectos más abundantes en ambas épocas de evaluación fueron dentro del orden Diptera: *C. macellaria* y *Ch. albiceps*, y dentro del orden Coleoptera: *Dermestes frischii* y *Necrobia rufipes*.
5. La mayor abundancia de insectos se presentó en la época II dándose un recambio por efecto de la estacionalidad en el rol necrófago (Diptera: Muscidae) y en el necrófilo (Coleoptera: Histeridae) a diferencia de la época I.
6. La sucesión de la artropofauna de los Pantanos de Villa en cadáveres de cerdos está influenciada significativamente por la estacionalidad.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Cuando se inicie un trabajo de investigación de este tipo, estudiar los ciclos biológicos de la fauna cadavérica probablemente involucrada en los distintos estados de descomposición, considerando el hábitat y la localización del cadáver.
2. Desarrollar más trabajos de investigación en entomología forense, debido a la falta de información con que se cuenta, considerando, los tipos de muerte, los diferentes pisos ecológicos y condiciones climáticas halladas en el país.
3. Es crucial lograr una identificación taxonómica correcta de los diferentes especímenes hallados en la fauna cadavérica, para poder efectuar análisis comparativos confiables.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABALLAY, F.; ARRIAGADA, G.; FLORES, G.; CENTENO, N. An illustrated key to and diagnoses of the species of Histeridae (Coleoptera) associated with decaying carcasses in Argentina. Zookeys. 2013, 261: 61-84.

ABALLAY, F.; MURUA, A.; ACOSTA, J; CENTENO, N. Primer registro de artropofauna cadavérica en sustratos humanos y animales en San Juan, Argentina. Revista Sociedad Entomológica Argentina. 2008, 67: 157-163.

ALMEIDA, L.; MISE, K. Diagnosis and key of the main families and species of South American Coleoptera of forensic importance. Revista Brasileira de Entomologia. 2009, 53(2): 227-244.

ANDERSON, G. Establishing a countrywide database of insect succession on carrion Canada. Abstract XXI International Congress of Entomology, XVIII Brazilian in Congress of Entomology. Foz do Iguassu-Brazil 2000. August 20th to 36th. Embrapa. 2000, p. 742.

ANDERSON, G. Insects succession on carrion and its relationship to determining time of death. In Forensic Entomology: The utility of arthropods in legal investigations. Byrd, J.M. and Castner, J.L. (Eds) Boca Raton: CRC Press. 2001, 143-175.

ANDERSON, G.; VANLAERHOVEN, S. Initial studies on insect succession on carrion in Southwestern British Columbia. Journal of Forensic Sciences. 1996, 41 (4): 617- 625.

ARNALDOS, M.; GARCÍA, M.; ROMERA, E.; PRESA, J.; LUNA, A. Estimation of postmortem interval in real cases based on experimentally obtained entomological evidence. Forensic Science International. 2005, 149: 57- 65.

ÁVILA, F.; GOFF, M. Arthropod succession patterns onto burnt carrion in two contrasting habitats in the Hawaiian Islands. *Journal of forensic Sciences*. 1998, 43(3): 581-586.

BÁEZ-FUMERO, M. Museo Canario. Dípteros de Canarias IV: Fanniinae (Muscidae) 1981. p. 351-370.

BARBOSA, R.; MELLOU-PATIU, C.A DE; QUEIROZ, R.P DE; CARVALHO, M.M. DE. New records of calyptrate dipterans (Fanniidae, Muscidae and Sarcophagidae) associated with the decomposition of domestic pig in Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 2009, 104 (6): 923 – 926.

BARROS, R.M. DE; MELLOU-PATIU, C.A DE; PUJOL-LUZ, J.R. Sarcophagidae (Insecta, Diptera) associados a decomposição de carcasas de *Sus scrofa* Linnaeus (Suidae) em área de Cerrado do Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*. 2008, 52 (4): 606-609.

BATTAN, M.; ARNOLDOS, I.; ROSSO, B.; GARCÍA, D. Estudio preliminar de la comunidad sarcosaprófaga en Córdoba (Argentina): aplicación a la entomología forense. *Anales de Biología*. 2005, 27: 191-201.

BENAMÚ, M. Clave para la determinación de algunas familias de arañas (ARANEAE, ARANEOMORPHAE) del Uruguay. *Boletín de la sociedad zoológica del Uruguay*. 2007, 16: 1-19.

BENECKE, M. Six forensic entomology cases: Description and commentary. *Journal of Forensic Sciences*. 1998, 43: 797-805.

BLACKITH, R.M. & BLACKITH, R.E. A check-list of Irish flesh-flies (Diptera: Sarcophagidae: Sarcophagini) and their known distribution, *Irish Naturalists Journal*. 1994, 24(11): 427- 434.

BONATTO, S.R. Ciclo de vida *Sarconesia chlorogaster* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae, Toxotarsinae), criada sob condições de laboratório em diata artificial. *Revista Brasileira de Zoologia*. 1996, 13(3): 685-706.

BRAACK, L. Community dynamics of carrion-attendant arthropods in tropical african woodland. *Oecologia*. 1987, 72: 402-409.

BUENAVENTURA, E.; CAMACHO, G.; GARCÍA, A.; WOLFF, M. Sarcophagidae (Díptera) de importancia forense en Colombia: claves taxonómicas, notas sobre su biología y distribución. *Revista Colombiana de Entomología*. 2009, 35(2): 189 - 196.

BYRD, J.; CASTNER, J. Forensic entomology, the utility of arthropod in legal investigations. CRC Press, United States of America. 2001, p. 418.

CALDERÓN-ARGUEDAS, O.; TROYO, A.; SOLANO, E. Cuantificación de formas larvales de *Synthesiomyia nudiseta* (Diptera: Muscidae) como un criterio en el análisis de intervalo post-mortem. *Parasitología Latinoamericana*. 2005, 60: 138-143.

CAMACHO, G. Sucesión de la entomofauna cadavérica y ciclo vital de *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) como primera especie colonizadora, utilizando cerdo blanco (*Sus scrofa*) en Bogotá. *Revista Colombiana de Entomología*. 2005, 31(2): 189 – 197.

CARVALHO, C.; MELLO PATIU, C. Keys of the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomologia*. 2008, 52: 390-406.

CARVALHO, C.; MOURA, M.; RIBEIRO, P. Chave para adultos de dípteros (Muscidae, Fanniidae, Anthomyiidae) asociados ao ambiente humano no Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*. 2002, 46(2):107-114.

CARVALHO, L.; THYSSEN, P.; GOFF, L.; LINHARES, A. Observations on the succession patterns of necrophagous insects on a pig carcass in an urban area of southeastern Brazil. *Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology*. 2004, 5: 33-39.

CARVALHO, L.; THYSSEN, P.; LINHARES, A.; PALHARES, F. A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in Southeastern Brazil. *Memorias Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro. 2000, 95:135-138.

CASTILLO – MIRALBES, M. Principales especies de coleópteros necrófagos presentes en carroña de cerdos en la comarca de La Litera (Huesca). *Graellsia*. 2001, 57(1): 85-90.

CASTILLO-MIRALBES, M. Estudio de la entomofauna asociada a cadáveres en el Alto Aragón (España) Zaragoza. *Monografías de la Sociedad Entomológica Aragonesa*. 2002, 6: p. 94.

CATTS, E.; GOFF, L. Forensic Entomology in criminal investigations. *Annual Review of Entomology*. 1992, 37:253-272.

CATTS, E.; HASKELL, H. Entomology and Death: A procedural Guide. Joyce's Print Shop, Inc. Clemson, South Carolina. 1997, p. 182.

CENTENO, N. Experimentos de campo sobre sucesión de fauna cadavérica. En Simposio de entomología forense. Resúmenes del V Congreso Argentino de Entomología. Buenos Aires, Argentina. 2002, 1: 67- 69.

CENTENO, N.; MALDONADO, M.; OLIVA, A. Seasonal patterns of arthropods occurring on sheltered and unsheltered pig carcasses in Buenos Aires Province (Argentina). *Forensic Science International*. 2002, 126: 63-70.

DALE, W.; PRUDOT, E. Apuntes sobre biología de las moscas Calliphoridae en la costa central peruana. *Revista Peruana de Entomología*. 1987, 29: 105-111.

DARLING, CH.; WERREN, J. Biosystematics of *Nasonia* (Hymenoptera: Pteromalidae): Two new Species Reared from Birds' Nests in North America. *Annals of the Entomological Society of America*. 1990, 83(3): 352-370.

DENNO, R.; COTHRAN, W. Comparative interactions and ecological strategies of sarcophagid and calliphorid flies inhabiting rabbit carrion. *Annals of the Entomological Society of America*. 1976, 69(1): 109-113.

DÍAZ, W.; ANTEPARRA, M.; HERMANN, A. Dermestidae (Coleoptera) en el Perú y nuevos registros. *Revista Peruana de Biología*. 2008, 15(1): 15-20.

EARLY, M.; GOFF, L. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of O'ahu Hawaiian Islands. *Journal Medical Entomology*. 1986, 23: 520-531.

FIGUEROA-ROA, L.; LINHARES, A. Sinantropia de los Calliphoridae (Diptera) de Valdivia, Chile. *Neotropical Entomolgy*. 2002, 31(2): 233-239.

FLORES PÉREZ, L. Sucesión de entomofauna cadavérica utilizando como biomodelo Cerdo Blanco, *Sus scrofa* L. Tesis presentada para optar el grado de Doctor en Ciencias. Montecillo, Texcoco, Edo, México. 2009, p.93.

FLÓREZ, E.; WOLFF, M. Descripción y clave de los estadios inmaduros de las principales especies de Calliphoridae (Diptera) de importancia forense en Colombia. *Neotropical Entomology*. 2009, 38(3): 418-429.

GARCÉS, P.; BERMUDEZ, S & QUINTERO, G. Determinación de la entomofauna asociada a carcasas de cerdos domésticos vestidos (*Sus scrofa*), en el Puerto de Vacamonte, Prov. de Panamá. *Tecnociencia*. 2004, vol.6, N°2.

GARCÍA-ROJO, A. M. Estudio de la sucesión de insectos en cadáveres en Alcalá de Henares (Comunidad Autónoma de Madrid) utilizando cerdos domésticos como modelos animales. *Boletín. Sociedad Entomológica Aragonesa*. 2004, 34: 263-269.

GUILLÉN, G. Diversidad protozoológica de los Pantanos de Villa, Chorrillos-Lima-Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Programa Cybertesis PERÚ. 2002.

GOFF, L. Festín de pruebas: insectos al servicio forense. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Reunión anual de la AAFS, Boston, Massachussets. Memorias del Taller de la Academia Americana de Ciencias Forenses. 1993, 4: 28-34.

GOMES, L.; VON ZUBEN, C. Dispersão larval radial pós-alimentar em *Chrysomya megacephala* (F) (Diptera: Calliphoridae) : profundidade, distância e peso de enterramento para pupariação. Bioscience Journal.2002, 18(2): 67-76.

GOMES, L.; VON ZUBEN, C. Efeito da temperatura na profundidade de enterramento de larvas *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794) (Diptera: Calliphoridae) sob condições controladas. Entomologia e Vectores. 2004, 11(3): 551-557.

GREENBERG, B.; POLOLVY, D. Bionomics of flies. En B. Greenberg (Ed.), Flies and disease. NJ. Princeton University Press. 1971, vol. 1: 57 – 88.

GRISALES, D.; DOMINGUEZ, C.; CARVALHO, C. Revision of Central American species of *Euryomma* Stein (Diptera, Fannidae), with description of two new species and updates of distributional records. Revista Brasileira de Entomologia. 2012, 56 (4): 451 – 457.

GUARÍN-VARGAS, E. Insectos de importancia forense asociados a la descomposición cadavérica del cerdo *Sus domesticus*, expuesto a sol, sombra, sombra total y sombra parcial, en Mayaguez, Puerto Rico. Tesis para optar el grado de maestro en ciencias en biología. Puerto Rico: Universidad de Mayagüez. 2005, p. 123.

GUILLÉN, G. Diversidad protozoológica de los Pantanos de Villa, Chorrillos – Lima – Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Programa Cybertesis Perú. 2002.

HASKELL, N. H.; SCHOENLY, K. G.; HALL, R.D. Testing reliability of animal models in research and training programs in forensic entomology, part II, final report. U.S. National Criminal Justice Reference Service. 2002, 81:52-58.

IANNACONE, J. Artropofauna de importancia forense en un cadáver de cerdo en el Callao, Perú. Revista Brasileira de Zoología. 2003, 1: 85-90.

IANNACONE, J.; MURRUGARRA, V; VILLANUEVA, A. Fauna inmadura de Calliphoridae y de Coleoptera de importancia forense en *Sus scrofa*, El Agustino, Lima, Perú. Libro de resúmenes. Convención Nacional de Entomología. Sociedad Entomológica del Perú. 2013, p.62.

IBARGOYEN, G.S. Cambios post-mortem generales. Guía de estudio. Patología veterinaria. Universidad Nacional de Rosario. 2002, p.63.

IBM. Manual del usuario del sistema básico de IBM SPSS Statistics 20. Copyright IBM Corporation. 2011, p. 455.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES (INRENA). Pantanos de Villa. Refugio de vida silvestre. Plan Maestro. Lima. Perú. 1998, p. 83.

INTRONA, F.; CAMPOBASSO, P; GOFF, L. Entomotoxicology. Forensic Science Internacional. 2001, 120: 42-47.

JIMÉNEZ ,A; HORNAL,J. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología. 2003, vol. 8, 31 – XII, 151–161.

JIRÓN, L.; VARGAS, L.; VARGAS-ALVARADO, E. Four muscoid flies (Sarcophagidae and Muscidae) associated with human cadavers in Costa Rica. Brenesia. 1983, 21: 3-5.

JOY, J.; HERRELL, M.; ROGERS, P. Larval fly activity on sunlit versus shaded carrion in southwestern West Virginia with special reference to the black blowfly (Diptera: Calliphoridae). Journal of Medical Entomology. 2002, 39: 392-97.

KEMPF, W. A study of some Neotropical ants of Genus *Pheidole* Westwood. I. (Hymenoptera: Formicidae). *Studia Entomologica*. 1972, 15: 1- 4.

KINGSOLVER, J. Dermestid beetles (Dermestidae, Coleoptera). En: Gorham, R. J. (edit.). *Insect and mite pests in food: An illustrated key*. Washington: Government printing office. 1991, 115-134.

LECLERCQ, M. Entomologie et Médecine Légale. Datation de la mort. Ed. Masson Paris; 1978.

LIRIA-SALAZAR, J. Insectos de importancia forense en cadáveres de ratas, Carabobo- Venezuela. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*. 2006, 23 (1):33-38.

LIZARZABURU, J. Plano de área Ecológica de la Laguna de Villa: Zona de vida natural. *Boletín de Lima*. 1992, 83: 65-70.

MAGAÑA, C. La entomología forense y su aplicación a la medicina legal. Data de muerte. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*. 2001, 28: 49-57.

MAGAÑA, C.; ANDARA, C.; CONTRERAS, M.J.; CORONADO, A.; GUERRERO, E.; HERNÁNDEZ, D.; HERRERA, M.; JIMÉNEZ, M.; LIENDO, C.; LIMONGI, J.; LIRIA, J.; MAVÁREZ, M.; OVIEDO, M.; PIÑANGO, J.; RODRÍGUEZ, I.; SOTO, A.; SANDOVAL, J.; SÁNCHEZ, M.; SEIJAS, N.; TIAPE, Z.; VELÁSQUEZ, Y. Estudio preliminar de la fauna de insectos asociados a cadáveres en Maracay, Venezuela. *Entomotropica*. 2006, 20(1): 53-59.

MAGAÑA, C.; HERNÁNDEZ, M. Aplicaciones de la entomología forense en las investigaciones médico-legales. IX Congreso Ibérico de entomología. 2000.

MALDONADO, M.A. Breve revisión de los métodos de investigación en entomología forense. Monografía del curso de Entomología Forense dictado por la Dra. A. Oliva. 1996, p. 12.

MARILUIS, J.; SCHNACK, J. Calliphoridae de la Argentina. Sistemática, ecología e importancia sanitaria (Insecta, Diptera) En: Salomón O. D. (ed.) Actualizaciones

en artropodología sanitaria Argentina, Fundación Mundo Sano, Buenos Aires. 2002, p. 23-37.

MÉGNIN, J.P. La faune des cadavres: Application de l'entomologie a la médecine legale. Encyclopédie Scientifique des Aides-Mémoire; Masson et Gauthier – Villars; Paris, Francia. 1894.

MENDES, A. Fenomenología cadavérica. Brasil: Facultades Integradas Riopretense. 1996.

MOURA, A.; CARVALHO, J.; MONTEIRO, E. A preliminary analysis of insects of médico-legal importance in Curitiba, state of Paraná. Memórias Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. 1997, 92:269-274.

MURRUGARRA, V. El rol de los coleópteros en los procesos de descomposición. Libro de resúmenes. Convención Nacional de Entomología. Sociedad Entomológica del Perú. 2013, p.103.

MURRUGARRA, V.; LAYNES, P.; GRANDA, A.; AQUINO, W. Coleópteros asociados a cadáveres de ratas (*Rattus norvegicus* var Holtzman) con dos tipos de muerte en el distrito del agustino, Lima. Libro de resúmenes. Convención Nacional de Entomología. Sociedad Entomológica del Perú. 2012, p.70.

NIHEI, S; DOMÍNGUEZ, M.C. Muscidae. Biodiversidad de artrópodos argentinos. 2008, vol. 2.

NUORTEVA, P. Histerid beetles as predators of blowflies (Diptera, Calliphoridae) in Finland. Annales Zoologici Fennici. 1970, 7: 195-198.

OLAYA, L.A. Estudio de la entomofauna sucesional en los cadáveres de dos canidos en condiciones de campo. Tesis de Grado. Santiago de Cali Colombia: Universidad del Valle, Cali, Colombia. 1999, p.96.

OLIVA, A. La entomología forense. Museo Argentino de Ciencias Naturales; 1997.

- OLIVA, A. Insects of forensic significance in Argentina. *Forensic Science International*. 2001, 120: 145-154.
- OLIVA, A. Diptera (Insecta) de interés forense o causante de miasis. Claves artificiales para estadios preimaginales. En: Salomón O. S (ed.), *Actualización en arthropodologia sanitaria Argentina*, Fundación Mundo Sano, Buenos Aires. 2002, p.51-60.
- OLIVA, A. Frecuencia y distribución temporal de moscas cadavéricas (Diptera) en la ciudad de Buenos Aires. *Revista Museo Argentino Ciencias Naturales*. 2007, 9 (1): 5-14.
- OLIVEIRA-COSTA, J. *Entomología Forense - Quando os insetos são vestígios*. Segunda Edicao. Millennium Editora. Campina. 2008, p.448.
- OLIVEIRA-COSTA, J.; OLIVEIRA, R.; BASTOS, C. Diptera Calliphoridae de importancia forense no municipio do Rio de Janeiro. *Revista Eletrónica Novo Enfoque*. 2013, 16(16): 41-52.
- ORTLOFF-TRAUTMANN, A.; JARA - PEÑAILILLO, A.; ALBORNOZ – MUÑOZ, S.; SILVA-RIVEROS, R.; RIQUELME – GATICA, M.; PEÑA – REHBEIN, P. Primer reporte en Chile de *Chrysomya albiceps* (Diptera: Calliphoridae) en evidencia entomológica forense. *Archivos de Medicina veterinaria*. 2013, 45: 83-89.
- PAES, M. J.; BRITO, L.; MOYA-BORJA, G.; DAEMON, E. Comportamento reprodutivo e longevidade de casais isolados e agrupados de *Lucilia cuprina*, sob condições controladas. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria*. 2005, 14(1): 21-25.
- PANCORBO, M.; RAMOS, R.; SALOÑA, M.; SANCHEZ, P. Entomologia molecular forense. *Ciencia forense*. 2006, 6: 107-130.
- PAYNE, J. A summer carrion study of baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology, Tempe*. 1965, 46: 592-602.

PECEROS, F. M. Sucesión entomológica asociada a procesos de descomposición de carcasas de cerdo (*Sus scrofa* L., 1758) en la provincia de Huarochirí Tesis de grado. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2011, p. 133.

PÉREZ, J.; BALTA, K. Ecología de la comunidad de saurios diurnos de la Reserva Nacional de Paracas. Revista Peruana de Biología. 2007, 13: 169-176.

PÉREZ, S.; DUQUE, P.; WOLFF, M. Successional behavior and occurrence matrix of carrion-associated arthropods in the urban area of Medellín, Colombia. Journal Forensic Science. 2005, 50: 1-7.

QUISPIÚPAC, E; PÉREZ, J. Dieta de la lagartija de las playas *Microlophus peruvianus* (Reptilia: Tropiduridae) en la playa Santo Domingo, Ica, Perú. Revista Peruana de Biología. 2009, 15(2): 129-130.

SERVICIO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS POR EL ESTADO (SERNANP). Humedales en áreas naturales protegidas, fuentes de vida y desarrollo. Lima; 2013.

SHAHID, S.; SCHOENLY, K.; HASKELL, N.; HALL, R.; ZHANG, W. Carcass enrichment does not alter decay rates or arthropod community structure: A test of the arthropod saturation hypothesis at the anthropology research facility in Knoxville, Tennessee. Journal of Medical Entomology. 2003, 40: 559-569.

SHEAN, B.; MESSINGER, L.; PAPWORTH, M. Observations of differential decomposition on sun exposed v. shaded pig carrion in coastal Washington states. Journal of Forensic Sciences. 1993, 38: 938-949.

SILVA, L; SOUTO, M & MAGALHAES, V. Desenvolvimento de *Nasonia vitripennis* (Walker, 1836) (Hymenoptera: Pteromalidae) em pupas de *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775) (Diptera: Calliphoridae), utilizando diferentes densidades do parasitoide. Biota Neotropical. 2008, Vol 8, N° 1, Jan/Mar.

SMITH, K. A manual of forensic entomology. London: University Printing House. 1986, p.102.

TANTAWI, T.; EL-KADY, E.; GREENBERG, B.; EL-GHAFFAR, H. Arthropod succession on exposed rabbit carrion in Alexandria, Egypt. *Journal of Medical Entomology*. 1996, 33: 566-580.

TORREZ, J.; ZIMMAN, S.; RINALDI, C.; COHEN, R. Entomología forense. *Revista del Hospital J. M. Ramos Mejía*. Edición electrónica XI – Nº 1-2006.

TOVAR, O. Las gramíneas (Poaceae) del Perú. *Ruizia* Tomo 13, Madrid, 1993.

TULLIS, K.; GOFF, L. Arthropod succession in exposed carrion in a tropical rainforest on Oahu Island, Hawaii. *Journal of Medical Entomology*. 1987, 24:332-339.

TURCHETTO, M.; LAFISCA, S.; COSTANTINI, G. Postmortem interval (PMI) determined by study sarcophagus biocenoses: three cases from the province of Venice (Italy). *Forensic Science International*. 2001, 120: 28-31.

URTIAGA, A & SALOÑA-BORDAS, M. Desarrollo a distintas temperaturas de *Nasonia vitripennis* (Hymenoptera: Pteromalidae) en *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) y su uso potencia en entomología forense. *Ciencia forense*. 2015,12: 175-192.

VERGARA-PINEDA, S.; DE LEÓN-MUZQUIZ, H.; GARCÍA-MARTÍNEZ, O.; CANTÚ-SIFUENTES, M.; LANDEROS-FLORES, J.; TOMBERLIN, JK. Dispersión espacial de larvas de *Lucilia sericata* y *Calliphora coloradensis* (Diptera: Calliphoridae) en etapa de post-alimentación. *Revista Colombiana de Entomología*. 2012, 38(1): 97-99.

WELLS, J.D.; GREENBERG, B. Resource use by an introduced and native carrion flies. *Oecologia*. 1994, 99: 181-187.

WOLFF, M. Primeros estudios de entomología forense en Medellín: Presentación de algunos casos. Universidad de Antioquia. Departamento de Biología. Colombia. 1999,12: 25-31.

WOLFF, M.; URIBE, A.; ORTIZ, A.; DUQUE, P. A preliminary study of forensic entomology in Medellin, Colombia. *Forensic Science International*. 2001, 120: 53-59.

YUSSEFF, S. Efectos de la temperatura sobre el desarrollo de *Chrysomya rufifacies* y *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae), dos especies importantes para la entomología forense en Puerto Rico. Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias Biológicas. Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico. 2007, p.85.

ANEXO A. Registro de Estado de descomposición, Humedad Relativa, Temperatura corporal y Temperatura ambiental – Época I – Cerdo T1 y T2.

% HUMEDAD RELATIVA, TEMPERATURA CORPORAL Y TEMPERATURA AMBIENTAL(°C) – EPOCA I											
Fecha	Estado Descomp.	CERDO T1	CERDO T2	%HR	T° Ambiental	Fecha	Estado Descomp.	CERDO T1	CERDO T2	%HR	T° Ambiental
10/02/2007	Hinchado	31,75	31,66	90	24	12/05/2007	Esqueletal	28,5	32,5	89	18,3
11/02/2007	Hinchado	32,66	32,5	88	23,5	20/05/2007	Esqueletal	29	30,5	92	17
12/02/2007	Activo	32,5	34,66	89	23,8	26/05/2007	Esqueletal	22,5	24	93	16,3
13/02/2007	Activo	38,33	36,5	92	24,3	03/06/2007	Esqueletal	23	23,5	91	16,5
14/02/2007	Avanzado	37,83	41	93	23,8	09/06/2007	Esqueletal	21,5	23,5	90	15,8
15/02/2007	Avanzado	38	41	90	24	14/06/2007	Esqueletal	25	25,5	93	17
16/02/2007	Avanzado	36,66	38,16	93	24	24/06/2007	Esqueletal	21	22	88	16,8
18/02/2007	Esqueletal	37,83	35,5	91	24,5	29/06/2007	Esqueletal	21,5	21,5	93	16
20/02/2007	Esqueletal	33,5	33,5	93	24	08/07/2007	Esqueletal	20,5	20,5	91	16,3
22/02/2007	Esqueletal	32	32,83	90	23,3	14/07/2007	Esqueletal	21	21,5	90	16,3
24/02/2007	Esqueletal	32,5	32,5	92	23	22/07/2007	Esqueletal	19,5	19,5	92	15
02/03/2007	Esqueletal	32,83	31,16	99	23	27/07/2007	Esqueletal	20,5	20,5	94	15,8
09/03/2007	Esqueletal	31,5	35	94	23	04/08/2007	Esqueletal	23	24,5	93	16
16/03/2007	Esqueletal	36,5	39,5	90	23	11/08/2007	Esqueletal	21	22,5	94	17,3
23/03/2007	Esqueletal	32	35,83	88	22,5	18/08/2007	Esqueletal	20,8	21,5	92	15,8
30/03/2007	Esqueletal	31,83	32,5	89	22	25/08/2007	Esqueletal	21,5	22,5	91	13,5
06/04/2007	Esqueletal	32	32,5	92	20,8	06/09/2007	Esqueletal	24	24,5	93	15,8
13/04/2007	Esqueletal	28,5	29,66	93	20,8	15/09/2007	Esqueletal	23	22,5	97	16,3
20/04/2007	Esqueletal	27,33	29,16	91	21,3	22/09/2007	Esqueletal	21,5	22,5	99	15
26/04/2007	Esqueletal	27,33	29,66	93	20,3	29/09/2007	Esqueletal	24,5	24	93	15,3
02/05/2007	Esqueletal	26,5	28,83	90	19,3	06/10/2007	Esqueletal	27	24,5	97	15,5
07/05/2007	Esqueletal	26	31	88	19,3	13/10/2007	Esqueletal	28	28	99	15,5

ANEXO B. Registro de Estado de descomposición, Humedad Relativa, Temperatura corporal y Temperatura ambiental – Época II – Cerdo T3 y T4.

% HUMEDAD RELATIVA, TEMPERATURA CORPORAL Y TEMPERATURA AMBIENTAL(°C) – EPOCA II											
Fecha	Estado Descomp.	CERDO T3	CERDO T4	%HR	T° Amb.	Fecha	Estado Descomp.	CERDO T3	CERDO T4	%HR	T° Ambiental
30/10/2007	Fresco	33	33	92	15,8	19/01/2008	Esqueletal	30,3	31,5	94	21,3
31/10/2007	Fresco	23	25	90	16,5	26/01/2008	Esqueletal	31,5	32,5	92	22,3
01/11/2007	Hinchado	22,5	24,8	91	17	02/02/2008	Esqueletal	34,5	34,5	88	24,8
02/11/2007	Hinchado	23,5	23,5	93	18,5	09/02/2008	Esqueletal	33	34,5	91	25
03/11/2007	Hinchado	23,3	22,8	93	20,3	16/02/2008	Esqueletal	33,2	32	90	22,3
04/11/2007	Hinchado	25	24	94	18,5	23/02/2008	Esqueletal	31,3	30	92	22,8
05/11/2007	Hinchado	23,8	25,3	96	18,8	01/03/2008	Esqueletal	33	32,8	93	22,8
07/11/2007	Hinchado	24	25,5	92	19,8	07/03/2008	Esqueletal	29,5	30,9	94	22,3
10/11/2007	Activo	28	27	90	19	15/03/2008	Esqueletal	31,8	30,9	92	23,8
12/11/2007	Activo	29,8	28,8	88	19,8	22/03/2008	Esqueletal	30,8	31,3	90	24
14/11/2007	Avanzado	26	29	92	19,8	29/03/2008	Esqueletal	32	31,5	89	23,8
17/11/2007	Avanzado	29,3	31	93	19,5	05/04/2008	Esqueletal	30,5	30,5	92	24
19/11/2007	Avanzado	28,3	27,5	91	20	12/04/2008	Esqueletal	28,5	28,8	93	23,3
21/11/2007	Avanzado	28,5	27,5	99	20	26/04/2008	Esqueletal	27,5	27,5	91	23,1
28/11/2007	Esqueletal	26,8	29,5	96	19,8	03/05/2008	Esqueletal	27,8	27	93	23,2
05/12/2007	Esqueletal	27,3	29,8	93	18,5	10/05/2008	Esqueletal	25,8	26,5	90	23,1
12/12/2007	Esqueletal	28,8	29,5	97	18,85	17/05/2008	Esqueletal	23,3	23,8	92	23,4
20/12/2007	Esqueletal	28,3	32,5	94	18,9	24/05/2008	Esqueletal	22	21,5	94	23,1
26/12/2007	Esqueletal	28	28	99	18,9	31/05/2008	Esqueletal	23	23,5	93	23,3
02/01/2008	Esqueletal	30,5	30,8	97	18,9	07/06/2008	Esqueletal	22,5	22,5	96	23,1
08/01/2008	Esqueletal	30	31	93	20,8	14/06/2008	Esqueletal	21	21,3	94	23,2

ANEXO C. Tabla comparativa de los estados de descomposición durante las dos épocas de evaluación,
en los cerdos T1, T2, T3 y T4.

EPOCA I (Verano – Otoño – Invierno)		EPOCA II (Primavera – Verano – Otoño)	
Fresco	<ul style="list-style-type: none"> • Rigor mortis entre 3 y 4 h. • Temperatura corporal 34.2°C • Presencia de sangre • No se presentó olor • Presencia de dípteros adultos • Duración del estado 6 -8 h 	Fresco	<ul style="list-style-type: none"> • Rigor mortis entre 3 y 4 h. • Temperatura corporal 33°C • Presencia de sangre • No se presentó olor • Presencia de dípteros adultos • Duración del estado entre 24 y 48 h
Hinchado	<ul style="list-style-type: none"> • Proyección del ano y salida de vísceras • Salida de fluidos por la boca y nariz • Rigidez en las extremidades • Presencia de ampollas en la piel • Presencia de mancha verde abdominal • Englobamiento de los ojos • Presencia de huevos y LI y LII de larvas de dípteros alrededor de la boca, nariz, ojos, orejas y herida • Duración del estado de 2 días 	Hinchado	<ul style="list-style-type: none"> • Inflamación de la zona abdominal • Salida de fluidos por la boca y nariz • Rigidez en las extremidades • Presencia de mancha verde abdominal • Englobamiento de los ojos • Presencia de huevos y LI de larvas de dípteros alrededor de la boca, nariz, ojos, orejas y herida • Duración del estado de 7-8 días
Activo	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de piezas dentarias • Desprendimiento del pelaje • Penetración de larvas al cuerpo • Presencia de coleópteros necrófagos • Duración del estado de 2 días 	Activo	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de piezas dentarias • Desprendimiento del pelaje • Penetración de larvas al cuerpo • Presencia de coleópteros necrófagos y fauna depredadora • Duración del estado de 5 días
Activo Avanzado	<ul style="list-style-type: none"> • Migración larval de dípteros • Cadáver con signos de endurecimiento y momificación • Duración del estado de 3 días 	Activo Avanzado	<ul style="list-style-type: none"> • Migración larval de dípteros • Cadáver con signos de endurecimiento y momificación • Duración del estado de 10 días
Esqueletal	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de fauna necrófaga, necrófila y depredadora • Duración del estado de 33 a 40 días 	Esqueletal	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de fauna necrófaga, necrófila y depredadora. • Duración del estado de 69 a 76 días

Anexo E. Artropofauna adulta encontrada en el cerdo T2 en los diferentes estados de descomposición. Época I.

ORDEN	FAMILIA	EPOCA I - CERDO 2 ESPECIE	ESTADO DESCOMPOSICION	%
DIPTERA	Calliphoridae	<i>Cochliomyia macellaria</i>	HINCHADO	59,26
		<i>Chrysomya albiceps</i>		28,7
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>		1,85
	Fannidae	<i>Fannia canicularis</i>		7,4
COLEOPTERA	Dermestidae	<i>Dermestes maculatus</i>		1,85
	Histeridae	<i>Hister sp</i>		0,93
DIPTERA	Calliphoridae	<i>Cochliomyia macellaria</i>	ACTIVO	45,7
		<i>Chrysomya albiceps</i>		27,14
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>		1,43
	Dermestidae	<i>Dermestes frischii</i>		12,86
COLEOPTERA	Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>		4,29
	Histeridae	<i>Hister sp.</i>		8,57
DIPTERA	Calliphoridae	<i>Cochliomyia macellaria</i>	ACTIVO AVANZADO	21,98
		<i>Chrysomya albiceps</i>		17,58
		<i>Musca domestica</i>		6,59
		<i>Fannia canicularis</i>		15,38
	Sarcophagidae	<i>Blaesoxipha plinthopyga</i>		9,89
		<i>Ravinia aurigena</i>		5,49
	Dermestidae	<i>Dermestes frischii</i>		12,09
		<i>Dermestes maculatus</i>		1,1
	Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>		1,1
		<i>Necrobia ruficollis</i>		1,1
	Histeridae	<i>Hister sp.</i>		5,49
		<i>Euspilotus sp.</i>		2,2
DIPTERA	Calliphoridae	<i>Cochliomyia macellaria</i>	ESQUELETAL	6,6
		<i>Chrysomya albiceps</i>		13,4
		<i>Synthesiomyia nudiseta</i>		0,19
		<i>Musca domestica</i>		0,58
	Fannidae	<i>Fannia canicularis</i>		2,14
		<i>Euryomma peregrinum</i>		0,78
	Sarcophagidae	<i>Blaesoxipha plinthopyga</i>		6,99
		<i>Ravinia aurigena</i>		8,93
	Culicidae	<i>Culex sp.</i>		1,17
	Dermestidae	<i>Dermestes frischii</i>		31,46
		<i>Dermestes maculatus</i>		2,14
	Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>		14,95
	Histeridae	<i>Hister sp.</i>		0,19
HYMENOPTERA	Formicidae	<i>Pheidole sp.</i>		0,38
		<i>Solenopsis sp.</i>		0,58
	Pteromalidae	<i>Nasonia vitripennis</i>		1,94

NEUROPTERA	Myrmeleontidae	<i>Myrmeleon formicarius</i>	1,36
HEMIPTERA	Cicadellidae	<i>Ciminius platensis</i>	1,75
		<i>Sitticus canus</i>	1,16
	Salticidae	<i>Dendryphantas</i> sp.	0,19
ARANEAE		<i>Frigga crocuta</i>	0,19
		<i>Phiale</i> sp.	1,36
	Theridiidae	sp.	0,97
	Philodromidae	sp2.	0,58

Anexo D. Artropofauna adulta encontrada en el cerdo T1 en los diferentes estados de descomposición. Época I.

EPOCA I - CERDO 1				
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ESTADO DESCOMPOSICION	%
DIPTERA	Calliphoridae	<i>Cochliomyia macellaria</i>	HINCHADO	74,67
		<i>Chrysomya albiceps</i>		21,33
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>		2,67
	Sarcophagidae	<i>Blaesoxipha plinthopyga</i>		1,33
DIPTERA	Calliphoridae	<i>Cochliomyia macellaria</i>	ACTIVO	50,77
		<i>Chrysomya albiceps</i>		26,16
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>		3,07
	Fannidae	<i>Fannia canicularis</i>		4,62
COLEOPTERA	Dermestidae	<i>Dermestes frischii</i>		9,23
	Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>		1,53
	Histeridae	<i>Hister sp.</i>		4,62
DIPTERA	Calliphoridae	<i>Cochliomyia macellaria</i>		16,96
		<i>Chrysomya albiceps</i>		24,1
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>		0,89
	Fannidae	<i>Fannia canicularis</i>		0,89
COLEOPTERA	Sarcophagidae	<i>Blaesoxipha plinthopyga</i>	ACTIVO AVANZADO	1,79
		<i>Dermestes frischii</i>		37,5
	Dermestidae	<i>Dermestes maculatus</i>		0,89
	Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>		8,92
HYMENOPTERA	Histeridae	<i>Necrobia ruficollis</i>		1,79
		<i>Hister sp.</i>		3,57
	Formicidae	<i>Pheidole sp.</i>		0,89
	Myrmeleontidae	<i>Myrmeleon formicarius</i>		0,89
MANTODEA	Thespidae	<i>Musonia sp.</i>		0,89
DIPTERA	Calliphoridae	<i>Cochliomyia macellaria</i>	ESQUELETAL	3,85
		<i>Chrysomya albiceps</i>		14,74
	Muscidae	<i>Synthesiomyia nudiseta</i>		0,48
	Fannidae	<i>Fannia canicularis</i>		0,48
COLEOPTERA	Sarcophagidae	<i>Euryomma peregrinum</i>		2,24
		<i>Blaesoxipha plinthopyga</i>		3,52
	Culicidae	<i>Ravinia aurigena</i>		3,37
	Dermestidae	<i>Culex sp.</i>		0,16
COLEOPTERA	Dermestidae	<i>Dermestes frischii</i>		37,18
		<i>Dermestes maculatus</i>		0,64
	Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>		15,22
	Histeridae	<i>Saprinus sp.</i>		0,32
HYMENOPTERA	Formicidae	<i>Euspilotus sp.</i>		0,48
		<i>Pheidole sp.</i>		9,62
	Pteromalidae	<i>Solenopsis sp.</i>		3,69
		<i>Nasonia vitripennis</i>		0,32

NEUROPTERA	Myrmeleontidae	<i>Myrmeleon formicarius</i>	0,48
MANTODEA	Thespidae	<i>Musonia</i> sp.	0,64
HEMIPTERA	Cicadellidae	<i>Ciminius platensis</i>	0,32
ARANEAE	Salticidae	<i>Sitticus</i> sp.	0,25
		<i>Dendryphantes</i> sp.	0,16
		<i>Phiale</i> sp.	1,12
		<i>Frigga crorcuta</i>	0,16
	Philodromidae	<i>Sitticus canus</i> sp1.	0,48 0,16

Anexo F. Artropofauna adulta encontrada en el cerdo T3 en los diferentes estados de descomposición. Época II.

EPOCA II - CERDO 3				
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ESTADO DESCOMPOSICION	%
DIPTERA	Calliphoridae	<i>Sarconesia chlorogaster</i>	FRESCO	62,5
	Muscidae	<i>Synthesiomyia nudiseta</i>		12,5
	Fannidae	<i>Fannia canicularis</i>		12,5
HYMENOPTERA	Formicidae	<i>Pheidole</i> sp.		12,5
DIPTERA	Calliphoridae	<i>Cochliomyia macellaria</i>	HINCHADO	8,97
		<i>Chrysomya albiceps</i>		3,2
		<i>Lucilia sericata</i>		14,74
		<i>Sarconesia chlorogaster</i>		1,28
	Muscidae	<i>Synthesiomyia nudiseta</i>		6,41
	Piophilidae	<i>Piophila casei</i>		4,49
	Fannidae	<i>Fannia canicularis</i>		5,13
		<i>Euryomma peregrinum</i>		18,59
COLEOPTERA	Dermestidae	<i>Dermestes maculatus</i>		2,56
		<i>Dermestes frischii</i>		3,85
	Histeridae	<i>Hister</i> sp.		0,64
HYMENOPTERA	Formicidae	<i>Pheidole</i> sp.		30,13
DIPTERA	Calliphoridae	<i>Cochliomyia macellaria</i>	ACTIVO	4,76
		<i>Lucilia sericata</i>		9,52
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>		4,76
		<i>Synthesiomyia nudiseta</i>		9,52
	Sarcophagidae	<i>Ravinia aurigena</i>		4,76
	Fannidae	<i>Fannia canicularis</i>		14,29
		<i>Euryomma peregrinum</i>		9,52
	Piophilidae	<i>Piophila casei</i>		28,57
COLEOPTERA	Histeridae	<i>Hister</i> sp.		4,76
HYMENOPTERA	Formicidae	<i>Pheidole</i> sp.		9,52
DIPTERA	Calliphoridae	<i>Cochliomyia macellaria</i>	ACTIVO AVANZADO	7,35
		<i>Chrysomya albiceps</i>		29,41
		<i>Lucilia sericata</i>		1,47
	Muscidae	<i>Synthesiomyia nudiseta</i>		4,41
	Fannidae	<i>Fannia canicularis</i>		8,82
		<i>Euryomma peregrinum</i>		11,76
	Sarcophagidae	<i>Ravinia aurigena</i>		2,94
	Piophilidae	<i>Piophila casei</i>		5,88
	Dermestidae	<i>Dermestes frischii</i>		13,23
COLEOPTERA		<i>Dermestes maculatus</i>		1,47

	Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>	1,47	
	Histeridae	<i>Xerosaprinus</i> sp2.	1,47	
HYMENOPTERA	Formicidae	<i>Pheidole</i> sp.	10,29	
		<i>Cochliomyia macellaria</i>	0,33	
	Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>	0,99	
		<i>Lucilia sericata</i>	0,33	
	Muscidae	<i>Synthesiomyia nudiseta</i>	0,83	
		<i>Ophyra</i> sp	0,49	
		<i>Musca domestica</i>	0,33	
	Fannidae	<i>Fannia canicularis</i>	1,82	
DIPTERA				
	Sarcophagidae	<i>Blaesoxipha plinthopyga</i>	3,31	
		<i>Oxisarcodexia</i> sp	0,33	
		<i>Ravinia aurigena</i>	9,27	
	Piophilidae	<i>Piophila casei</i>	19,03	
	Culicidae	<i>Culex</i> sp.	0,33	
COLEOPTERA	Dermestidae	<i>Dermestes frischii</i>	23,51	
		<i>Dermestes maculatus</i>	2,48	
	Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>	26,82	
		<i>Necrobia ruficollis</i>	1,66	
	Histeridae	<i>Hister</i> sp.	1,32	
		<i>Xerosaprinus</i> sp1.	0,17	ESQUELETAL
		<i>Euspilotus</i> sp.	0,66	
HYMENOPTERA	Formicidae	<i>Pheidole</i> sp.	1,82	
		<i>Brachymyrmex depilis</i>	0,17	
NEUROPTERA	Myrmeleontidae	<i>Myrmeleon formicarius</i>	0,49	
MANTODEA	Thespidae	<i>Musonia</i> sp.	0,17	
		<i>Dendryphantes</i> sp.	0,33	
	Salticidae	<i>Phiale</i> sp.	0,33	
ARANEAE		<i>Frigga corcuta</i>	1,66	
		<i>Sitticus canus</i>	0,66	
	Araneidae	<i>Gasteracantha cancriformis</i> .	0,17	
	Philodromidae	sp.	0,17	

Anexo G. Artropofauna adulta encontrada en el cerdo T4 en los diferentes estados de descomposición. Época II.

EPOCA II - CERDO 4				
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ESTADO DESCOMPOSICION	%
DIPTERA	Calliphoridae	<i>Cochliomyia macellaria</i>	FRESCO	5,55
		<i>Chrysomya albiceps</i>		38,89
		<i>Lucilia sericata</i>		5,55
	Muscidae	<i>Synthesiomyia nudiseta</i>		5,55
HYMENOPTERA	Formicidae	<i>Brachymyrmex depilis</i>		38,89
ARANEAE	Salticidae	<i>Sitticus cannus</i>		5,55
DIPTERA	Calliphoridae	<i>Cochliomyia macellaria</i>	HINCHADO	28,3
		<i>Chrysomya albiceps</i>		3,66
		<i>Lucilia sericata</i>		16,23
		<i>Sarconesia chlorogaster</i>		0,52
	Muscidae	<i>Synthesiomyia nudiseta</i>		12,04
		<i>Musca domestica</i>		1,05
		<i>Ophyra</i> sp.		1,05
	Piophilidae	<i>Piophila casei</i>		1,57
	Fannidae	<i>Fannia canicularis</i>		2,09
		<i>Euryomma peregrinum</i>		17,8
COLEOPTERA	Histeridae	<i>Euspilotus</i> sp		0,52
HYMENOPTERA	Formicidae	<i>Brachymyrmex depilis</i>		15,18
DIPTERA	Calliphoridae	<i>Cochliomyia macellaria</i>	ACTIVO	15,79
		<i>Chrysomya albiceps</i>		2,63
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>		5,26
		<i>Synthesiomyia nudiseta</i>		2,63
		<i>Ophyra</i> sp.		5,26
	Fannidae	<i>Fannia canicularis</i>		5,26
		<i>Euryomma peregrinum</i>		7,89
	Piophilidae	<i>Piophila casei</i>		2,63
	Histeridae	<i>Xerosaprinus</i> sp1.		2,63
		<i>Xerosaprinus</i> sp2.		2,63
		<i>Hister</i> sp.		2,63
COLEOPTERA	Dermestidae	<i>Dermestes maculatus</i>		2,63
		<i>Dermestes frischii</i>		34,21
ARANEAE	Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>		5,26
	Salticidae	<i>Sitticus cannus</i>		2,63
DIPTERA	Calliphoridae	<i>Cochliomyia macellaria</i>	ACTIVO AVANZADO	16,39
		<i>Chrysomya albiceps</i>		24,59
		<i>Lucilia sericata</i>		6,56
	Muscidae	<i>Synthesiomyia nudiseta</i>		8,2
	Fannidae	<i>Fannia canicularis</i>		3,28
	Piophilidae	<i>Piophila casei</i>		3,28
	Sarcophagidae	<i>Ravinia aurigena</i>		8,2

COLEOPTERA	Dermestidae	<i>Dermestes frischii</i> <i>Dermestes maculatus</i>	19,67 3,28	ESQUELETAL
	Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>	3,28	
	Histeridae	<i>Xerosaprinus</i> sp3.	3,28	
DIPTERA	Calliphoridae	<i>Cochliomyia macellaria</i>	1,22	
		<i>Chrysomya albiceps</i>	0,2	
		<i>Lucilia sericata</i>	1,42	
	Muscidae	<i>Synthesiomyia nudiseta</i>	2,84	
		<i>Musca domestica</i>	1,83	
	Fannidae	<i>Fannia canicularis</i>	2,84	
		<i>Euryomma peregrinum</i>	0,2	
	Sarcophagidae	<i>Blaesoxipha plinthopyga</i>	3,45	
	Piophilidae	<i>Ravinia aurigena</i>	5,49	
		<i>Piophilidae casei</i>	19,51	
COLEOPTERA	Culicidae	<i>Culex</i> sp.	0,2	
	Dermestidae	<i>Dermestes frischii</i> <i>Dermestes maculatus</i>	18,7 2,64	
		<i>Necrobia rufipes</i> <i>Necrobia ruficollis</i>	19,91 3,66	
HYMENOPTERA	Formicidae	<i>Brachymyrmex depilis</i>	8,13	
NEUROPTERA	Myrmeleontidae	<i>Myrmeleon formicarius</i>	0,2	
MANTODEA	Thespidae	<i>Musonia</i> sp	0,2	
HEMIPTERA	Cicadellidae	<i>Ciminius platensis</i>	0,41	
	Nabidae	<i>Nabis punctipennis</i>	0,2	
ARANEAE	Salticidae	<i>Sitticus cannus</i>	0,2	
		<i>Phiale</i> sp.	0,2	
		<i>Dendryphantes</i> sp.	0,41	
		<i>Sitticus</i> sp.	1,02	
	Theridiidae	sp.	4,87	
	Anyphaenidae	sp.	0,2	

Anexo H. Matriz de componentes rotados^a de las principales especies (adultos y larvas) y factores ambientales durante las épocas de evaluación.

	Componente			
	1	2	3	4
<i>L. sericata</i>	,826	-,077	-,054	,051
<i>S. nudiseta</i>	,821	-,121	-,073	,055
Larva <i>C. macellaria</i>	,683	,409	-,359	-,158
Fase descomp.	-,588	-,235	,489	,319
Larva <i>C. albiceps</i>	-,083	,839	-,128	,127
<i>C. albiceps</i>	-,042	,708	-,051	,029
T. ambiental	,067	,613	,568	-,224
<i>C. macellaria</i>	,198	,608	-,243	-,371
Larva <i>D. frischii</i>	-,113	-,224	,827	,178
<i>N. rufipes</i>	-,193	-,040	,737	-,002
Humedad	,196	-,163	-,080	,786
<i>D. frischii</i>	-,223	,238	,240	,659

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 6 iteraciones.

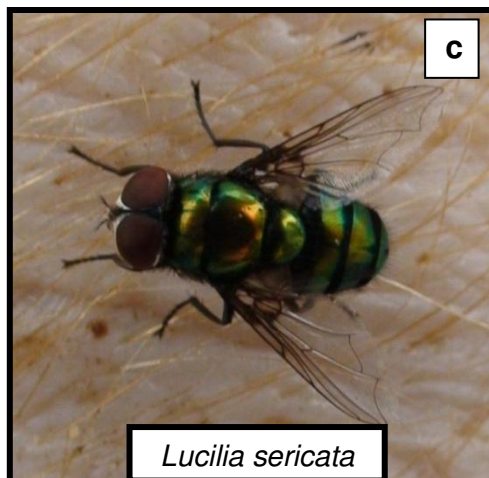
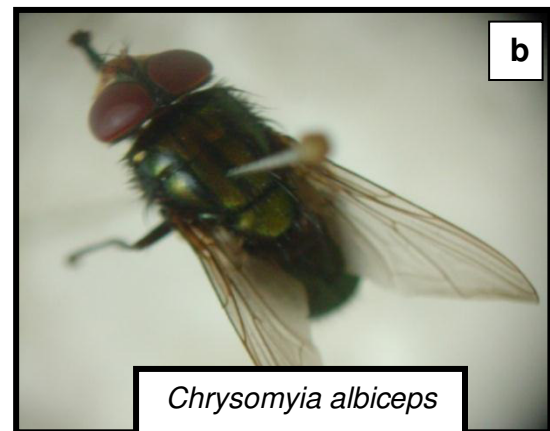
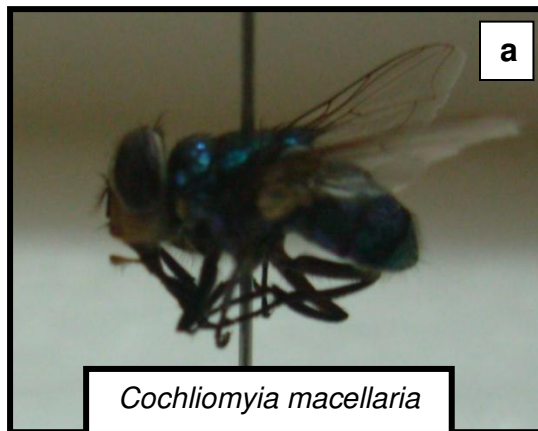


Figura 38. Orden Diptera, Familia Calliphoridae. a) *Chrysomya albiceps*. (b) *Cochliomyia macellaria*. c) *Lucilia sericata*. d) *Sarconesia chlorogaster*.



Vista lateral y dorsal de *Synthesiomyia nudiseta*.



Vista lateral de *Musca domestica*.



Vista dorsal de *Ophyra* sp.

Figura 39. Orden Diptera, Familia Muscidae. a, b) Vista lateral y dorsal de *Synthesiomyia nudiseta*. c) Vista lateral de *Musca domestica*. d) Vista dorsal de *Ophyra* sp.

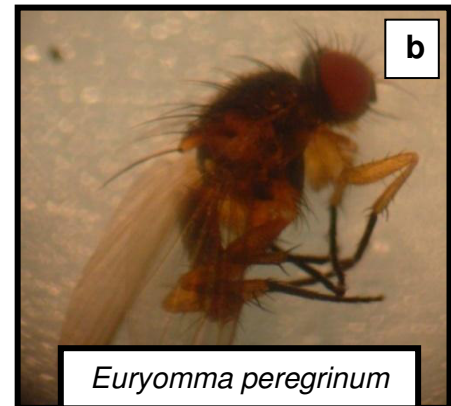
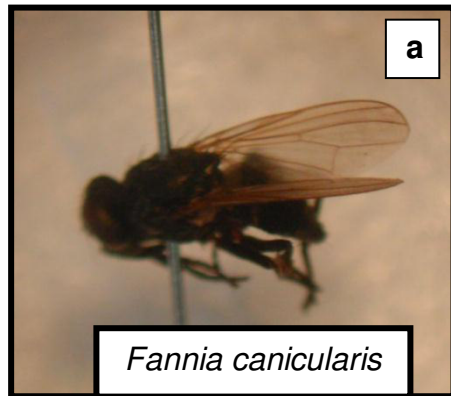


Figura 40. Orden Diptera, Familia Fannidae. a) *Fannia canicularis*. b) *Euryomma peregrinum*.

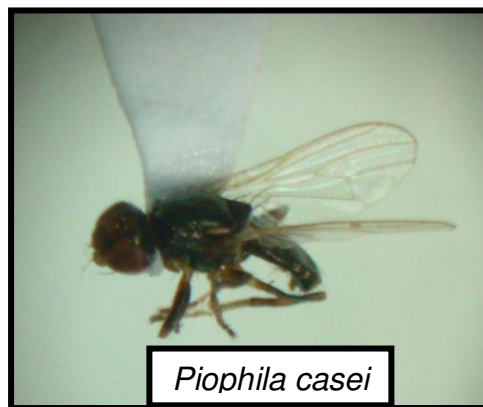


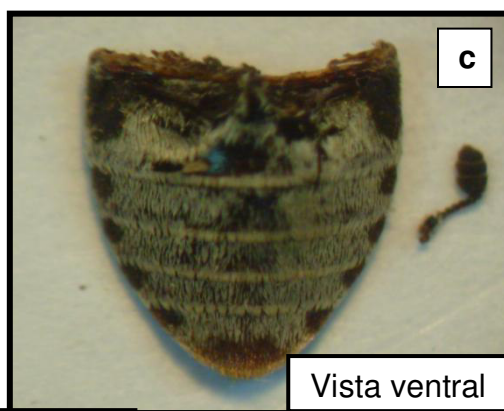
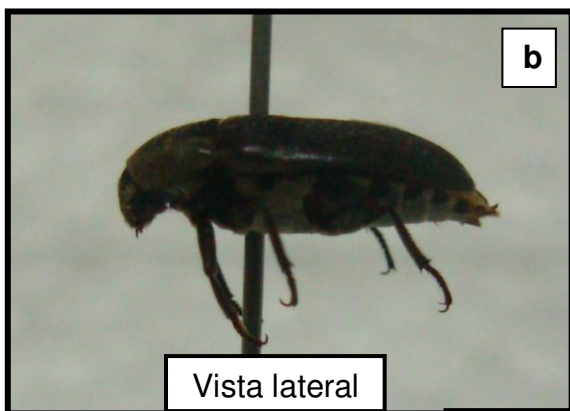
Figura 41. Orden Diptera Familia Piophilidae.



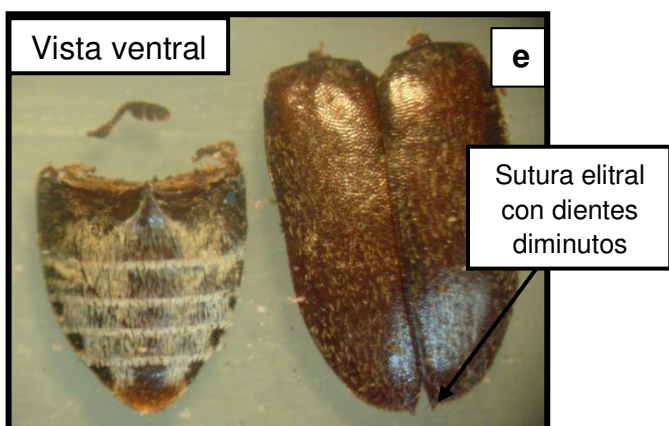
Figura 42. Orden Diptera, Familia Sarcophagidae.



Estados larvales de la familia Dermestidae

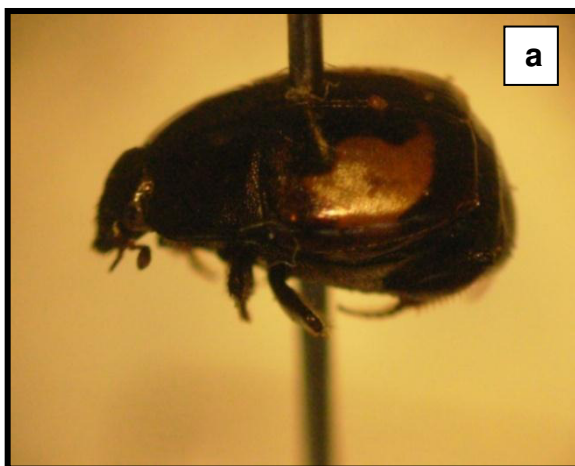


Dermestes frischii



Dermestes maculatus

Figura 43. Orden Coleoptera, Familia Dermestidae. a) Estados larvales de la familia Dermestidae. b, c) Vista lateral y ventral de *Dermestes frischii*. d, e) Vista dorsal y ventral de *Dermestes maculatus*.



Vista lateral y dorsal de *Euspilotus* sp.

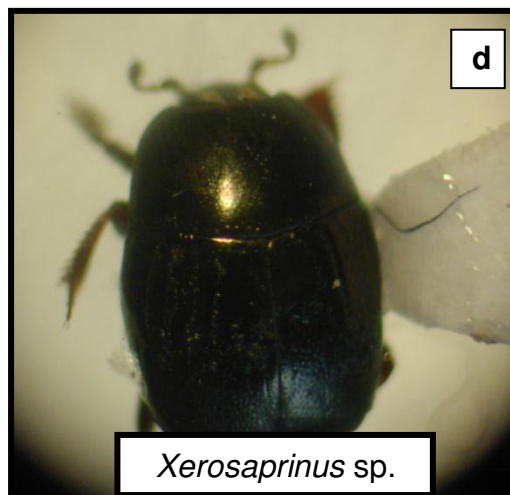
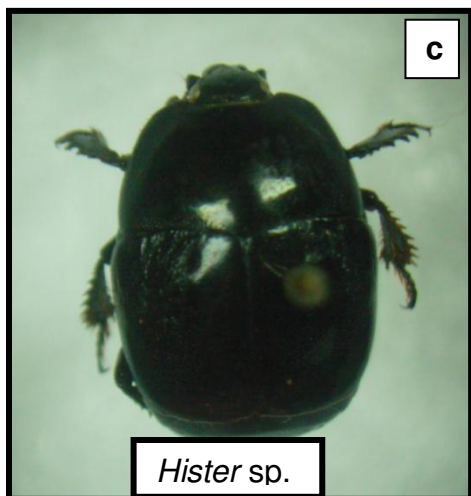


Figura 44. Orden Coleoptera, Familia Histeridae. a, b) Vista lateral y dorsal de *Euspilotus* sp. c) *Hister* sp. d) *Xerosaprinus* sp.

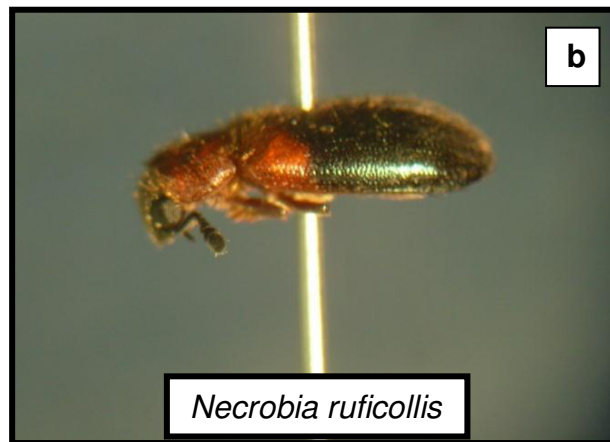
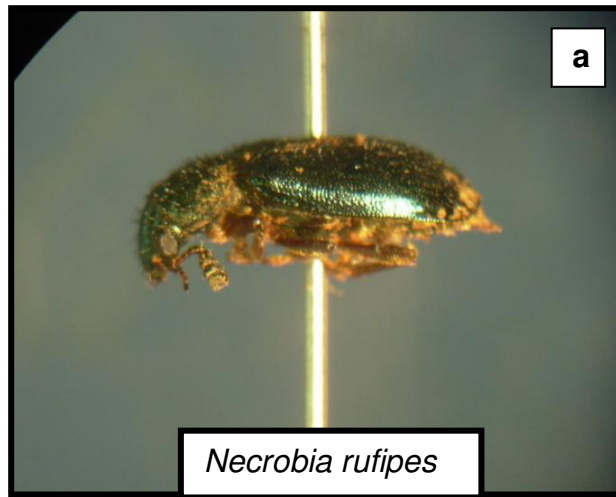


Figura 45. Orden Coleoptera, Familia Cleridae. a) *Necrobia rufipes*. b) *Necrobia ruficollis*



Figura 46. Orden Hymenoptera, Familia Formicidae

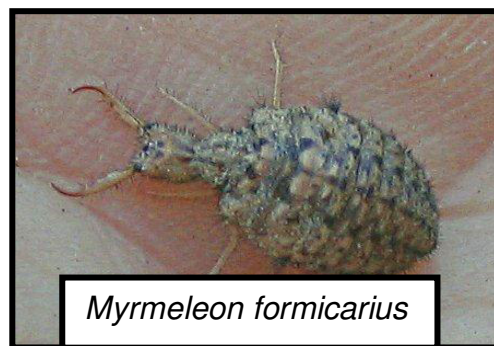


Figura 47. Orden Neuroptera Familia Myrmeleontidae (Estado larval)



Figura 48. Orden Mantodea, Familia Thespidae



Figura 49. Orden Araneae, Familia Salticidae.

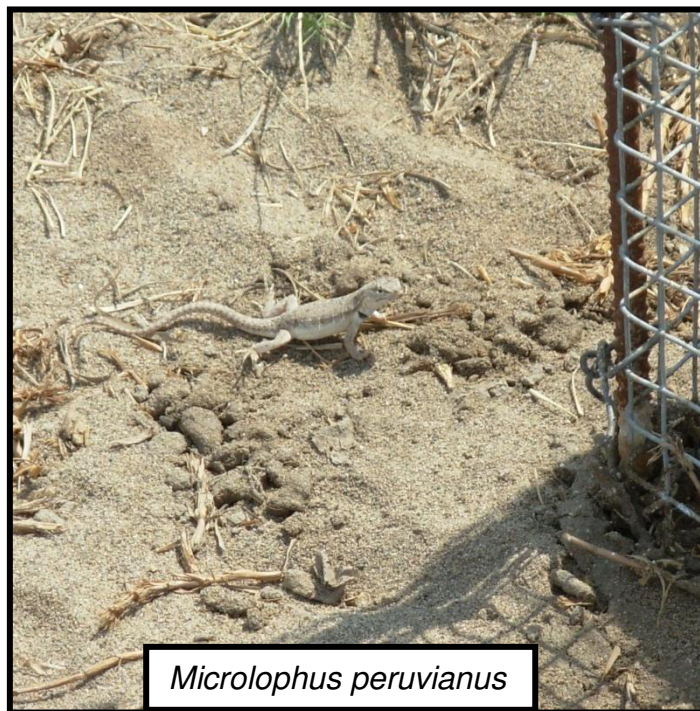


Figura 50. Clase Sauropsida, Orden Squamata: Tropiduridae